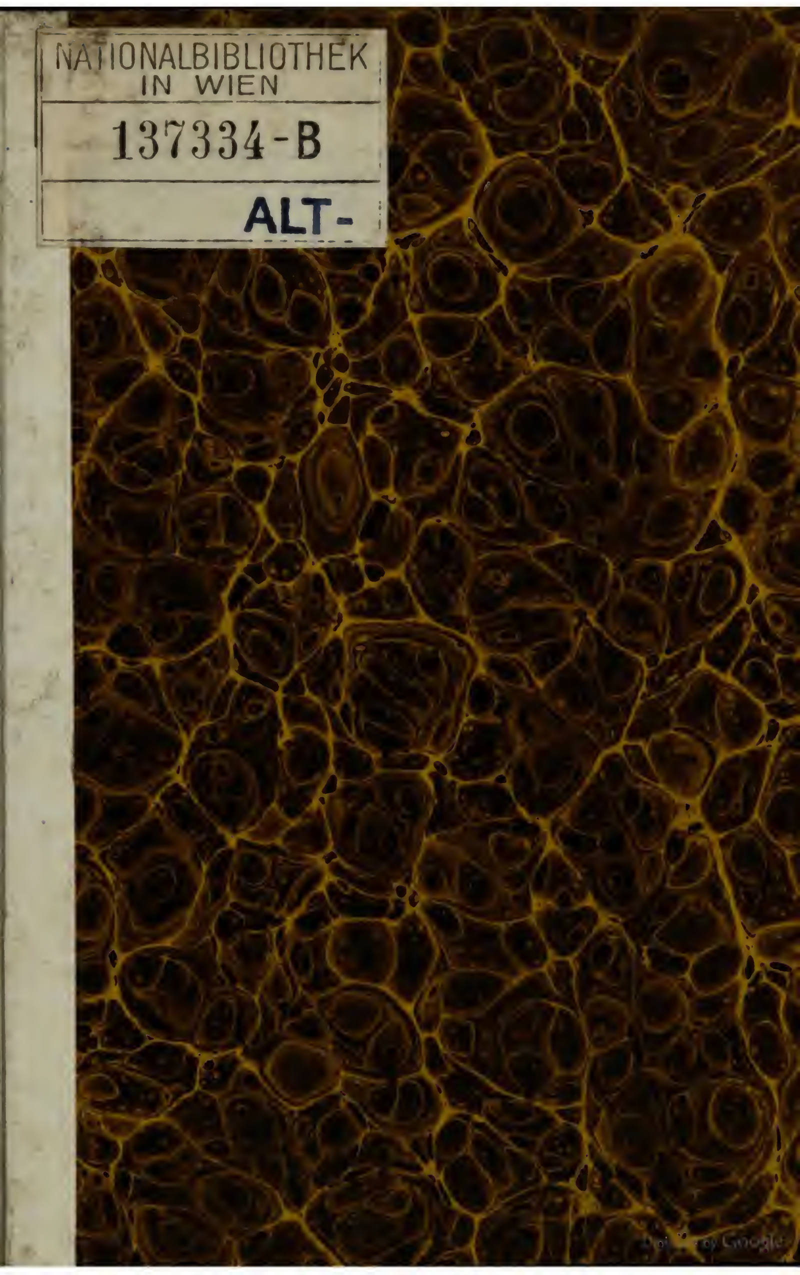

NATIONALBIBLIOTHEK
IN WIEN
137334-B
ALT-





DISSERTATIO
INAUGURALIS PHYSIOLOGICO-ZOOTOMICA
DE
EVOLUTIONE SENSUUM

IN

REGNO ANIMALI ET HOMINE,

QUAM

CONSENSU ET AUCTORITATE

PERILLUSTRIS, CELEBERRIMI AC MAGNIFICI

DOMINI

PRÆSIDIS AC DIRECTORIS,

ILLUSTRIS. CELEBERRIMI AC SPECTABILIS

DOMINI

DECANI

NEC NON

CELEBERRIMORUM

D. D. PROFESSORUM

PRO

MEDICINÆ DOCTORATUS LAUREA

SUMMISQUE IN MEDICINA HONORIBUS AC PRIVILEGIIS RITE OBTINENDIS

IN ALMA ET ANTIQUISSIMA C. R. CAROLO-FERDINANDEA UNIVERSITATE PRAGENA

PUBLICAE ERUDITORUM DISQUISITIONI SUBMITTIT

Carolus Wodwářka,

Bohemus Blatnensis.

PRAGAE 1841.

TYPIS M. I. LANDAU.



Seinem

lieben Freunde und Schwager

HERRN

ANDREAS PECH,

Bürger von Prag

freundlichst gewidmet

vom

Verfasser.

Vorwort.

„Das Lernen des Lernens ist der Zweck des akademischen Lebens“ sagt einer der grössten Lehrer unserer Zeit [1]). Es kann und soll daher der Zweck einer Schrift, zu deren Abfassnng ein akademisches Gesetz die Candidaten der Medicin nach absolvirtem Schulcursus verbindet, nicht sein, Neues zu lehren, sondern bloss von dem Erlernten zu zeugen, und zwar nicht so sehr rücksichtlich der Breite und Tiefe des erworbenen Wissens, als der, daraus gewonnenen wissenschaftlichen Anregung und Richtung. Der Inhalt einer solchen Schrift stehet weniger in Beziehung zur Wissenschaft, als vielmehr zur Person des Verfassers und hat daher weniger Ausprueh auf die Ehre einer streng wissenschaftlichen Kritik, als auf die Gunst nachsichtiger Milde. Aus diesem Standpunkte bitte ich auch vorliegende Blätter zu beurtheilen Ich bin von der schülerhaften Unvollkommenheit meines Versuches eben so tief überzeugt, als von der hohen Meisterschaft der Leistungen meiner Vorbilder, und hoffe, dass mir auf dem fortgesetzten Wege von jener zu dieser, die Erkenntniss des so weiten Abstandes beider förderlich sein werde.

Die Wahl meines Gegenstandes war weniger das Werk einer, Kraft und Stoff erwägenden Berechnung, als vielmehr Folge einer überwiegenden Neigung zur reinen Naturbetrachtung. Wer sich ähnlichem Streben hingegeben, weiss mit wie mächtigem Zuge verheissender Ahnung und lohnender Erfüllung die Natur Gemüth und Geist fesselt, und er wird es gewiss entschuldigt finden, dass ich auch diessmahl mich zu jener Quelle gewendet, aus der mir bisher die schönsten Genüsse geflossen und die klare Uiberzeugung entsprang, dass auch die Medicin, meine Berufswissenschaft, dann erst kräftig gedeihen werde, wenn sie sich einer höhern Naturwis-

[1]) Schleiermacher: Gelegentliche Gedanken über Universitäten, pag. 34.

senschaft, der Wissenschaft κατ' 'εξοχην, in der, wie Blumröder sagt [1]), „alle Doktrinen freundlich zusammenwirken, wie die einzelnen Sinnesorgane zur Erforschung des grossen Ganzen, und deren sie, das Gehirn, keines kann entbehren", einverleibt haben wird, wie ein constituirendes Glied dem Organismus, um als ein Theilganzes in diesem Vereine das, ihr zuströmende Leben des Ganzen zu einem eigenthümlich eigenen zu verwandeln.

Man wird gewiss auf diesen wenigen Blättern, keine erschöpfende Darstellung des Gegenstandes erwarten; eine solche würde die Gränzen dieser Schrift, der mir zugemessenen Zeit, und zu Gebote stehenden Hilfsmittel bei weitem überschreiten. Ich musste mich begnügen nur die Hauptformen, die Bildungsstufen der Sinnorgane auszuwählen und solche in ihrem Entwicklungsgange, wie ich mir denselben klar zu machen bestrebt und befähigt war, in diesem engen Raume darzustellen. Was an der Darstellung mangelhaft und unvollendet geblieben, mag noch die Kürze der Zeit entschuldigen, was ich um so zuversichtlicher erwarte, da ohnediess Jedermann weiss, dass das nie genug zu beherzigende, aber gewöhnlich wenig beherzigte Horacische Postulat: „Nonum prematur in annum", bei Schriften dieser Art vollends sein Recht verloren. Was endlich meine Hilfsmittel anbelangt, so muss ich erwähnen, dass ich auf die vergleichend-anatomischen Werke von *Cuvier*, *Carus und Wilbrand*, die Physiologischen von *Rudolphi*, *Müller*, *Burdach*, *Carus*, *Roget*, *und Steifensand*, und auf die naturhistorischen Werke von *Oken* bei der Bearbeitung beschränkt war.

So übergebe ich diesen Erstlingsversuch dem geneigten Leser mit der wiederholten Bitte, die nöthige Nachsicht einer Schrift nicht versagen zu wollen, die von jedem weitern Anspruche fern, sich gern auf ihr eigentliches Ziel bescheidet, zu zeigen nämlich, wie zu lernen gelernt hat

Prag am 1. Mai 1841

der Verfasser,

---

[1]) Uiber das Irresein, 1836, pag 25.

Uiber die

SINNESENTWICKLUNG

im

Thierreich und Menschen.

Nur das Entstehende, nicht aber das bereits Entstandene begreift der menschliche Geist.

Göthe.

Das Thierreich ist der auseinander gelegte Mensch.

Oken.

Sowohl in dem grossen Lebensprocesse des Weltorganismus, als eines, in ewiger Bildung und Umbildung begriffenen Ganzen [1]), als im Lebensprocesse seiner einzelnen Glieder, der Theilorganismen, thut sich dem betrachtenden Geiste ein einfaches Gesetz kund, vermöge welchem alles Werden nichts anderes ist, als ein selbstthätiges Entfalten einer ursprünglichen gleichartigen Einheit in eine immer steigende Mannigfachheit und Vielheit, ein beständiges Verwandeln eines ursprünglich Unbestimmten in ein immer individueller Bestimmtes. Der Anfang und das Ende, der Grund und das Ziel dieser, die ganze Schöpfung durchziehenden Kette, sind dem menschlichen Auge entrückt, aber die Betrachtung der, innerhalb die Schranken der Sinnlichkeit fallenden Mittelglieder, vom Wassertropfen bis zum Weltkörper, vom Schimmel bis zur Ceder, von der Monade bis zum Menschen, lässt jenen Hergang als allgemeinsten Charakter des Lebens, und als oberstes Gesetz der organischen Entwicklung und Bildung erkennen[2]).

Raum und Zeit sind die beiden Formen alles endlichen Daseins, die unzertrennbar in der wirklichen Erscheinung, dennoch geschieden werden können und müssen in der gei-

[1]) Daher das Wort Natur, natura von nascor, ich werde geboren, und φύσις von φύω ich wachse (přiroda od roditi).

[2]) Wo hier von einem Naturgesetze die Rede ist, so wird es nicht etwa wie ein äusseres Schema gedacht, nach welchem sich die Natur in ihrem Erscheinen und Wirken richtet, sondern die Art und Weise ihres Erscheinens und Wirkens selbst, ist das Naturgesetz.

stigen Betrachtung. Demnach lässt sich auch jener Bildungsprocess in einer doppelten Richtung auffassen. Verfolgt man ihn nämlich in der Richtung der Zeit, so gibt das den Begriff der Metamorphose des Nacheinanderfolgenden, oder der chronologischen, verfolgt man ihn in der Richtung des Raumes, so gibt es den Begriff der Metamorphose des Nebeneinanderbestehenden, oder der synchronistischen.

Die erstere ist Gegenstand der Entwicklungsgeschichte im gewöhnlichen Sinne, letztere ist die Frucht einer vergleichenden Betrachtung der Entwicklungsprocesse, aus welcher hervorgeht, dass jede höhere Bildung nur erreicht wird durch fortgesetzte Wiederholung des ursprünglichen Bildungstypus in einer immer steigenden Potenz, so dass dem individueller Bestimmten eine höhere Bestimmbarkeit, dem Mannigfachern eine höhere Gleichartigkeit und dem Vielfachern eine höhere Einheit, jeder höhern Lebensform also die veredelte Urform zu Grunde liegt. Zur Erläuterung dessen hier nur ein flücht'ger Blick auf das Reich der Organismen.

Die organische Welt scheidet sich in das Reich der Pflanzen und das Reich der Thiere. Das Leben der Pflanze beschränkt sich auf die Metamorphose der äussern Stoffe zur eigenen Substanz, und die Reduction dieser auf jene, oder auf die Processe der Bildung und Rückbildung, mit einem Worte auf Vegetation, deren einziges Ziel die Erhaltung des Individuums und der Gattung ist. Im Leben des Thieres wiederholt sich diese pflanzliche oder vegetative Sphäre, aber im Gegensatze mit einer höhern deren Centrum das Bewusstsein, die beiden Pole Empfindung und Bewegung sind, und deren Zweck auf geistige Erkenntniss und willkührliches Handeln gerichtet ist. Im Thierorganismus ist diese Fundamentalgliederung ausgesprochen in dem Gegensatze des Gefäss- und Nervensystems, als den beiden Repräsentanten des materiellen und geistigen Seins. Jedes dieser Hauptsysteme erscheint aber als Mittelglied eines secundären Gegensatzes: Das Gefässsystem zwischen den Organen der Bildung und Rückbildung, dem Darmkanal nämlich und den Drüsen, das Nervensystem zwischen

den Organen der Empfindung und Bewegung, den Sinnesorganen nämlich und den Muskeln [1]).

Auf diese Weise schreitet die Differenzierung der einzelnen Systeme, Organe und deren Elementartheile weiter, und es ist klar, dass ein Organismus um so höher gestellt werden müsse, je vielfältiger und durchdringender sich die Gliederung der ursprünglichen Einheit zur immer grössern Mannigfaltigkeit in ihm wiederholt hat.

Zum Behufe gegenwärtiger Darstellung wollen wir nur die eine Seite des animalen Lebens, die Gefühls- oder Empfindungsseite in ihrer fortschreitenden Gliederung weiter verfolgen, und zwar wie sie sich zunächst im Menschen, dem Prototyp der thierischen Schöpfung herausstellt.

Bei der innigen Durchdringung aller Gebilde des Organismus von der peripherischen Verzweigung des Nervensystems, wird diese durch die Lebensprocesse der ersteren in beständiger Erregung erhalten. Die Summe dieser peripherischen Eindrücke verschmilzt im Centralorgane des Nervensystems, wie die gesammelten Lichtstrahlen im Brennpunkte zu einer Gefühlseinheit, in welcher die Gesammtheit des Lebens sich selbst offenbar wird, d. i. zum Lebens- oder

---

[1]) Dieses Schema ist jedoch nicht als ein starres Fachwerk zu denken, dass die einzelnen Glieder auseinander hält, sondern Alles ist vielmehr in innigster Durchdringung und Wechselwirkung aufzufassen, wie es der Begriff des Organismus, als einer, aus einer Einheit entstandenen und innerhalb derselben bestehenden Mannigfaltigkeit nothwendiger Weise erfordert. Das Gefässsystem verflicht eben so seine Capillarnetze mit dem Nervensystem, als sich die Primitivfasern dieses mit jenen verschlingen, und das Blut ist dem Leben des Nerven eben so nothwendig, als dieses jenem. Im Baue des Darmkanals concurriren drüsige Gebilde, dagegen entstehen die meisten Drüsen als Ausstülpungen des Darmkanals, und zum Assimilationsgeschäfte desselben ist die Sekretion eben so nothwendig, als die Drüsenausscheidung das erstere voraussetzt. Zu den Sinnesorganen tretten Muskeln hinzu, und alle Muskeln sind nebst den Bewegungsmit Empfindungsnerven versehen; es ist daher jede Sinnesempfindung mit Bewegung und jede Bewegung mit Empfindung verbunden.

Gemeingefühle [1]). Das Gemeingefühl ist als das erste Innewerden gleichsam das dunkle Chaos, aus dem sich die übrigen Sinne entwickeln. Die weitere Sinnesgliederung ist schon im Gemeingefühle selbst vorgedeutet, inwiefern es sich in verschiedenen Graden seiner Energie äussert. Es ist dunkel, so lange es bloss die Beziehung der Organe zum Gesammtleben vorstellig macht, wird aber bestimmter und reger, sobald es eine Besonderheit derselben heraushebt, und noch schärfer, wenn es zugleich die bedingenden äussern Momente derselben auffasst, d. h. indem es zur Empfindlichkeit wird, die bereits zunächst an die Sinnesemfindung gränzet. Also Innewerden des Daseins, des Lebenszustandes und der diesen bestimmenden Einwirkung sind die drei Stufen des Gemeingefühles; Lust und Schmerz sind die beiden Extreme, in die es sich auflöst, die aber anderseits wieder in einander fliessen, indem die Lust da entsteht, wo der Schmerz nachlässt, und dieser beginnt, wo jene aufhört.

Im Nervensysteme liegt aber nicht bloss die Bestimmung, die mannigfaltigen Vorgänge des Organismus zu einer Gefühlseinheit zu verbinden, sondern auch das Individuum mit dem Weltganzen zu verknüpfen, oder nicht bloss ein Selbstbewusstsein, sondern auch ein Weltbewusstwerden zu vermitteln. Diese doppelte Richtung ist im organischen Baue des Nervensystems ausgesprochen, indem es in ein vegetatives odes Gangliensystem und ein animales oder Cerebralsystem auseinander tritt. Diese Tendenz zur Aussenwelt beurkundete sich bereits im Gemeingefühle, insofern es sich zur Empfindlichkeit gesteigert, kömmt aber zum vollen Durchbruche in der Sinnesemfindung, in welcher nicht mehr die, durch die Aussenwelt bewirkten

---

[1]) Hier ist die Gränze, wo die Physiologie an die Psychologie stösst. Da jedoch nur das Leibliche Gegenstand der Erstern, das Geistige aber Gegenstand der Letztern ist, so soll auch durch Obiges nicht der letzte Grund des Bewusstseins, der ein höherer, metaphysischer ist erklärt, sondern bloss dessen organische Bedingung vom physiologischen Standpunkte angegeben werden. Die Lehre von der Seele, wie sie der Glaube heiligt und die Philosophie wissenschaftlich begründet, bleibt dabei durchaus unangetastet.

Zustände der Organe, sondern die Beschaffenheit der auf die Organe wirkenden Aussenwelt sich dem Bewusstsein offenbaret.

Das Gemeingefühl ging aus dem Wechselspiele der Nerven mit den Lebensvorgängen des Körpers hervor, die Sinnesempfindung entspringt aus der Wechselwirkung der Nerven mit den Aktionen der Aussenwelt; in jenem ging das einwirkende Objekt unter in der Wahrnehmung des subjectiven Zustandes, in dieser verschwindet der subjektive Zustand des Organs in der Wahrnehmung des einwirkenden Objektes, jenes giebt daher ein dunkles Gefühl, diese eine reine Erkenntniss; dennoch bleibt aber das Gemeingefühl die Grundbedingung der Sinnesempfindung, weil die Empfindung eines fremden Daseins, das Gefühl des eigenen Daseins nothwendiger Weise voraussetzt.

Soll aber das Nervensystem die Zustände der Aussenwelt zu bewussten Empfindungen verwandeln, so darf es nicht in unmittelbare Wechselwirkung mit denselben gesetzt werden, denn ein blosser Nerve würde nicht die auf ihn einwirkenden Potenzen als solche, sondern bloss seinen eigenen, durch sie geänderten Zustand, als Schmerz empfinden. Daher tretten zwischen die Nerven und die Aussenwelt noch andere, nicht nervöse Gebilde, die einerseits von den Nerven innigst durchdrungen, anderseits aber von den entsprechenden äussern Potenzen leicht durchdringbar sein müssen, um die, von Letztern in ihnen bewirkte Aenderung alsogleich auf Erstere zu übertragen. Ein Nerve also, dessen Centralende mit dem Organe des Bewusstseins, dem Gehirn, und dessen peripherisches Ende mit einem, der Aussenwelt zugekehrten und von einer besondern Potenz derselben leicht durchdringbaren, daher derselben homogenen Organe verbunden ist, gibt den Begriff eines Sinnorganes.

Da die Sinnesorgane gleichsam die höhern Assimilationsorgane sind, welche die reale Aussenwelt zu einer idealen im Bewusstsein, verwandeln, so müssen sie in ihrer Gliederung, der Gliederung der äussern Natur entsprechen, oder es entwickeln sich so viele Arten von Sinnesorganen, als die Natur eigenthümliche Erscheinungsweisen darbiethet. Die Naturerscheinungen lassen sich aber am natürlichsten unter drei Ge-

sichtspunkten auffassen, nämlich als: Mechanische, chemische u. dynamische Aktionen, und eben so entstehet eine Dreigliederung der Sinne, deren jede sich wieder in zwei Sinnesglieder oder Organe, ein niederes u. ein höheres scheidet.

Diese Anschauungsweise gibt also:

I. Mechanische Sinne	1. Allg. Gefühl. 2. Getast.
II. Chemische Sinne	1. Geschmack. 2. Geruch.
III. Dynamische Sinne	1. Gehör. 2. Gesicht.

die nun in ihrer stufenweisen Entwicklung einer nähern Betrachtung unterworfen werden sollen. [1])

I. Die mechanischen Sinne sind gemäss der Bestimmung aller Sinnesorgane, das Individuum mit der Aussenwelt in Verbindung zu setzen, in der ganzen peripherischen Hautfläche, als der, die mechanischen Wechselwirkungen zwischen der Aussenwelt u. dem Organismus vermittelnden Scheidewand verbreitet. Ihre Nerven sind sämmtliche Empfindungsnerven des Rumpfes u. die meisten des Kopfes. Ihr eigentliches Organ ist die Papillarschichte der Lederhaut, deren einzelne Papillen die Grundtypen sind für alle höheren Sinnesorgane [2]).

---

[1]) Diese Eintheilung der Aussenwelt u. der Sinne hat ihre Mängel so gut als jede andere, d. h. es fehlt ihr die Schärfe. Aber sie ist dennoch in Bezug der Aussenwelt, noch die entscheidenste und klarste, daher auch fast allgemein angenommen, u. in Bezug der Physiologie der Sinne noch die fruchtbarste, daher auch vom grössten Physiologen Deutschlands, von Burdach aufgestellt.

[2]) Nach dem gegenwärtigen Standpunkte der Physiologie beschränket sich der Begriff einer Papille nicht mehr auf das aufgelöste Ende einer Nervenfaser, sondern ist als ein Organ aufzufassen, bestehend: 1. Aus einer oder mehreren Nervenfaserschlingen, begleitet von einer oder mehreren Gefässschlingen, 2. umgeben von einer weichen, leicht alterierbaren Belegungsmasse, hier dem Malphigischen Schleime, und 3. überzogen von einer schützenden Hülle, hier der Epidermis. Als solche ist sie, wie schon Blain-

Ihre Wirksamkeit wird auf mechanische Weise, durch unmittelbaren Contakt, vermittelt, u. ist auf die mechanischen Raumverhältnisse der Körper gerichtet. Inwiefern sie uns die sicherste Erkenntniss des materiellen Daseins ausser uns verleihen, werden sie die Grundlage aller übrigen Sinne, wie das Nervensystem überhaupt die Grundlage ist aller Empfindung. Da sie die erste Stufe der Individualisirung des Gemeingefühls bilden, so sind sie noch am unvollkommensten vom selben geschieden, u. theilen daher ihren Sitz noch mit Gefühlen, die wie z. B. das Gefühl von Kälte und Wärme, Jucken und Kitzel u. a. als vage Uibergänge bald dem Gemeingefühle, bald dem Fühlsinne beigezählt werden. Eben so wenig sind noch die beiden Arten des mechanischen Sinnes unter einander getrennt, wesshalb sie auch gewöhnlich für eins genommen werden.

1. Der allg. Fühlsinn ist in der ganzen Hautfläche verbreitet, wie das Gemeingefühl im ganzen Körper. Er ist ein passiver Sinn, geeignet durch den Druck das Vorhandensein eines andringenden Körpers u. durch die Verschiedenheit des Eindruckes, die Beschaffenheit seiner Oberfläche (Rauhigkeit, Glätte) u. den Grad seiner Consistenz (Starre, Weiche) wahrzunehmen.

2. Der Tastsinn ist nur der gesteigerte u. freithätig gewordene Fühlsinn. Er concentrirt sich in den Gliedmassen, wo an den Fingerspitzen das Papillarstratum die höchste Ausbildung erreicht, u. sich mit der feinen Empfindung eine freie Bewegung verbindet, wodurch eine mechanisch-aktive Einwirkung auf die Körper möglich wird. Die Hand dringt freithätig gegen die Körper, berührt sie von verschiedenen Seiten, modificirt die Berührung durch willkührlich verstärkten Druck u. indem sie sich im Umfassen den

---

ville aussprach die Grundform für alle Sinnesorgane; denn das Fühl- und Schmeckorgan bleibt überall auf sie beschränkt, u. selbst die höhern Sinnesorgane erscheinen, wo sie im menschlichen Fötus oder in dem Thierreiche zum erstenmale auftreten (z. B. die Augen der Infusorien u. Würmer u. das Hörorgan der Sepien u. Krebse) wesentlich in Form einer Papille.

verschiedenartigsten Formen anschmiegt, erfasst sie nicht nur die Flächen- und Massenbeschaffenheit der Körper, sondern auch ihre äussere Gestaltung, u. so wird der Tastsinn zum Formensinn.

II. Die chemischen Sinne entwickeln sich im Gegensatze zu den vorigen in der innern Schleimhaut, indem sich das Nervensystem mit den Kopftheilen der Verdauungs- und Athmungsorgane innigst verbindet u. in denselben vorherrschend wird. Da sie also durch das Einbilden der Sensibilität in die vegetative Sphäre entstehen u. ihre Aktionen an die vegetativen Vorgänge der Nahrungsaufnahme und Athmung gebunden sind, werden sie auch die vegetativen Sinne genannt. Sie liegen nicht mehr an der Körperperipherie frei der Aussenwelt zugekehrt, sondern am untern Kopftheil in Höhlen zurückgezogen mit einem, den Zugang verengernden oder verschliessenden Vorbau. Ihre Nerven sind bereits sämmtlich Hirnnerven. Ihr eigentliches Substrat hat noch viel Analogie mit dem Substrate der mechanischen Sinne; es sind hier die Schichtgebilde der innern Schleimhaut, wie dort der äussern Hautdecke: Wo dort ein dichtes Derma hier eine zarte tunica vasculoso-nervosa, wo dort der Malphigische Schleim, hier eine mehr verflüssigte, die Nervenschlingen umgebende Substanz, wo dort die trockene Epidermis, hier ein feuchtes Epithelium. Ihre Aktivität wird nicht durch blossen Mechanismus sondern durch Chemismus, durch Verflüssigung der wahrzunehmenden Stoffe vermittelt, und ist nicht mehr auf ihre quantitativen äussern Raumverhältnisse, sondern auf die qualitative, innere, chemische Beschaffenheit gerichtet. Die durch sie gewonnene Wahrnehmung des Objektes ist noch stark durchdrungen vom Gefühle des Organes; sie ist daher ihrem vegetativen Ursprunge entsprechend (wie schon Kant aussprach), mehr Vorstellung eines subjektiven Genusses, als einer objektiven Erkenntniss. Unter einander sind die chemishen Sinne, strenger geschieden als die mechanischen, dennoch sind sie wegen ihrer räumlichen Nähe, der Continuität ihrer Schleimhaut, der Communication ihrer Nerven und der Ähnlichkeit ihrer, sich gegenseitig ergänzenden Perceptionen, noch nahe mit einander verwandt. Ausser die-

sen gemeinschaftlichen Charakteren, biethet jedoch der niedere und höhere chemische Sinn mehrere unterscheidende Merkmale dar.

1. Der Geschmackssinn ist an den Verdauungsapparat gebunden; er ist der Verdauungssinn. Wie unter den vegetativen Vorgängen in der Verdauung der Chemismus am stärksten hervortritt, so auch unter den sensitiven Aktionen im Geschmacke. Sein Objeckt sind flüssige Stoffe (denn der alte chemische Grundsatz: Corpora non agunt nisi fluida behält auch hier seine Geltung); was daher unlössbar, wird nicht geschmeckt, das lössbare Feste muss durch den Mechanismus der Kiefer, der Extremitäten des Kopfes, früher zerkleinert und durch den Speichl, gleichsam den Magensaft der Mundhöhle, aufgelösst werden. Da, wo sich die äussere Haut zur Mundschleimhaut verwandelt, an den Lippen, gehet der Fühlsinn in den Geschmackssinn über, der sich nun über die ganze Fläche der Mundhöhle dehnet; aber wie der Fühlsinn erst da zur höchsten Schärfe gelangte, wo er durch einen besondern Bewegungsmechanismus aktiv geworden, eben so der Geschmackssinn, indem er durch einen besondern Muskelapparat in der Zunge zu einer freien Aktivität gelanget. Die Zunge schmeckt am besten, indem sie die Stoffe betastet [1]) doch ist hier die Berührung weniger unmittelbar, denn sie geschieht durch das Medium einer Flüssigkeit, daher bereits freier im Raume und auch kürzer in der Zeit, als beim Tastsinne. Das Geschmacksorgan ist auch den Tastorganen verwandt rücksichtlich der eigentlich erfühlenden Gebilde; auch hier sind es Papillen, die jedoch bereits eine höhere Entwicklung und manigfaltigere Gestältung erhalten haben. Seine Nerven sind schon auf drei Hirnnervenpaare beschränkt, wovon eins der Bewegung, zwei der Empfindung dienen, und noch beide (wie es der unentschiedene Streit der Physiologen

---

[1]) Durch diese Verwandschaft des Tast- und Schmecksinns sind ältere Physiologen (Borelli) verleitet worden das Schmecken auf Betastung der verschieden geformten Molecule der Stoffe zu reducieren. Die Zunge ist bei manchen Thieren das ausschliessliche, und selbst im Menschen ein sehr feines Fühlorgan.

über ihre Funktion wahrscheinlich macht) einen gleichen Antheil an der Geschmacksempfindung zu haben scheinen.

2. Der Geruchssinn hat seinen Sitz im Kopftheile des Respirationsorgans, er ist der Athmungssinn. Wie das Schmecken an die Aufnahme der Nahrung, so ist das Riechen an die Aufnahme der Luft gebunden. Das Schmecken ist das Wahrnehmen der im Wasser verflüssigten, das Riechen der in der Luft verflüchtigten Substanzen. Wie die Luft in der Lunge mit dem Blute, so tritt sie in der Nase mit den Riechnerven in Wechselwirkung, und wie dort durch ihre Zersetzung das Blut verändert, so scheinen hier die Nerven durch eine elektrochemische Einwirkung derselben afficirt zu werden. Die Geruchsperception wirkt noch freier im Raume, indem sie durch die geschwängerte Athmosphäre ziemlich weit entlegene Stoffe wahrnimmt, und kürzer in der Zeit, da sie nicht mehr an die allmählige Auflösung der Körper gebunden ist. Das Medium, durch welches hier der verflüchtigte Riechstoff auf den Nerven wirket, ist auch hier eine feuchte Schleimhaut; sie unterscheidet sich jedoch von der Mundschleimhaut durch ihre feinere, gefäss- und nervenreichere Struktur und den gänzlichen Mangel an Nervenpapillen. Die Nase ist das erste Sinnorgan, welches einen eigenthümlicheu Sinnesnerven erhält; der Riechnerve entstehet bereits wie die höchsten Sinnesnerven, als eine Ausstülpung aus dem grossen Gehirn, und verbreitet seine peripherischen, äusserst zarten Schlingen bereits mehr flächen- als faserförmig in den Wandungen der zwei obern Nasengänge, welche die eigentliche bereits auf einen kleinen Raum zusammengezogene Riechfläche bilden; der untere Nasengang erhält bloss Empfindungsnerven vom *Trigeminus* u. dient als blosser Luftgang.

III. Die dynamischen Sinne stellen sich in eigenthümlichen Organen dar, die sich nicht nur von den Systemen der Bewegung u. Bildung vollkommen abgelösst, sondern auch die Vorgänge der Bewegung u. Bildung gänzlich ihrem Zwecke, der reinen Sinnesempfindung untergeordnet haben. Sie werden daher auch die animalen Sinne genannt. Sie entstehen nicht mehr durch das Einbilden des Nervensystems in die vegetative Sphäre, sondern als unmittelbare, blasen-

förmige Ausstülpungen des Gehirns, als ursprüngliche Hör- und Sehblase, welche die nicht nervosen, alterirbaren Gebilde nicht mehr von aussen empfangen (wie die vorigen Sinnesnerven die Schichtgebilde der äussern und der Schleimhaut) sondern aus u. in sich selbst entwickeln (Die Sehblase den Glaskörper u. die Linse, die Hörblase die Aqua acustica mit ihrem krystallinischen Inhalt). Sie sind eben so von der Aussenfläche in das Innere zurückgezogen, als von dem Rumpfe an das Gehirn genähert, u. das Gebiet ihrer flächenförmig ausgebreiteten Nerven erscheint eben so scharf begränzt, als ihr äusserer Vorbau complicirt u. mannigfaltig gebildet. Ihr Objekt ist weder die Materie als solche, noch ihre chemische Mischung, sondern eine rein dynamische, aus dem innersten Wesen entsprungene Thätigkeit derselben, die mit jenen Organen in Wechselwirkung gesetzt, unter der sinnlichen Form des Schalles und der Töne, des Lichtes und der Farben dem Bewusstsein erscheinet. Ihr Objekt ist daher an keine besondere Daseinsform gebunden, wie beim Tastsinn an das Feste, beim Geschmack an das Flüssige, beim Geruch an das Luftige, sondern erscheint als allg. Verrichtung der Materie an Allen; Alles kann unter Umständen schallend und leuchtend werden. Da die dynamischen Sinne rein aus dem Seelenorgane hervorgegangene und gänzlich von den vegetativen Organen abgelösste Gebilde sind, so ist auch in den, durch sie gewonnenen Vorstellungen das Subjektive durch das Objektive gänzlich aufgehoben, d. h. das sinnliche Gefühl in geistige Empfindung, der blosse Genuss in reine Erkenntniss verwandelt; daher ihre Rückwirkuug schwächer auf den Leib, mächtig aber auf den Geist und das Gemüth. Unter einander bilden die dynamischen Sinne einen strengen Gegensatz sowohl in Bezug ihrer Bildung als ihrer Verrichtung, der nebst dem auch noch in jedem einzeln sich in der Duplicität seiner Organe geltend macht, und bei den chemischen Sinnen noch mehr angedeutet als ausgesprochen war.

1. Der Hörsinn ist das specifische Vermögen die innere Bewegung der Materie, bestehend in einer, auf wechselnder Contraktion und Expansion beruhenden und in einem

bestimmten Zeit- und Raumverhältnisse erfolgenden Schwingung (Gebr. *Weber* Verdichtungswellen und *Chladnis* Klangfiguren) als Schall und Töne zu erfassen. Demgemäss ist auch das Hörorgan gebildet; alle seine Theile werden schwingend und daher Schallwellen leitend. Die Bildung seines Vorbaues ist darauf gerichtet das Eindringen der, ihm fremdartigen Erzitterungen (z. B. blosser Beugungswellen) zu hemmen, die Aufnahme der ihm homogenen Schwingungen (Verdichtungswellen) aber zu fördern, und nach dem Grade ihrer In- und Extensität zu modificiren. Die eigentliche nervose, in den Röhren der Bogengänge und dem Spiralblatte der Schnecke zum sogenannten Labyrinth gegliederte Hörblase liegt zwischen den Gegensätzen einer zarten eystoffigen Flüssigkeit und einer felsenharten Knochenmasse ausgespannt. Ihr Centralherd ist das kleine Gehirn, aus welchem sie durch Ausstülpung entstanden. Aus den äussern Bedingungen des Schalles und der innern Bildung des Hörorgans gehet hervor, dass das Hören durch einen organisch- mechanischen Process vermittelt werde, welcher aber, da er nicht aus einer räumlichen Bewegung der Materie, sondern aus einer innern Kraftäusserung oder Thätigkeit derselben hervorgehet, und im Hörorgane nicht als ein mechanischer Akt, sondern als etwas ganz anderes, als Schall wahrgenommen wird, und daher sich in Bezug seiner Ursache und Wirkung als ein dynamischer darstellt. Der Wirkungskreis des Gehörs dehnt sich daher auf Meilenweite, während im umgekehrten Verhältniss sich die, zu seiner Wirkung erforderliche Zeit auf ein äusserst kleines

---

[1]) Hierin liegt die Analogie und Differenz zwischen dem Hörsinne und dem mechanischen Sinne, vermöge welchen der erstere eine Wiederholung in höherer Potenz des letztern und besonders seiner höhern Form, des Tastsinnes wird. Der Tastsinn erfasst die äussere Bewegung der Masse als Druck, und ihre äussere Gestaltung, als Figur, der Hörsinn die innere Bewegung, Schwingung, als Schall, und die innere Form der Schwingung, Klangfigur, als Ton. Das kleine Gehirn, das Centralorgan der Bewegung, ist der gemeinschaftliche Herd der Nerven des Hör- und Fühlsinnes.

Moment beschränket. Da das Ertönen auf einer alternirenden Cohäsionsänderung der Materie beruht, wodurch sich gleichsam ein Streben derselben kund thut, aus ihrer starren Individualform zu der flüssigen Urform zurückzukehren, so äussert sich im selben am deutlichsten das eigenthümliche innere Wesen der Körper. Der Ton ist das Symbol des innern Wesens der Dinge, die Sprache ihres Geistes. Im Hören erschliest sich der Geist der Welt.

2. Der Sehsinn ist das specifische Vermögen die feinste cosmische Ätherspannung in ihren verschiedenen, durch die Verschiedenheit der irdischen Materie bedingten Modificationen, als Licht und Farben wahrzunehmen. Auch hier entspricht das Organ seinem Objekte; wie im Ohre Alles schwingend, so wird die grösste Masse des Auges durchsichtig oder Licht leitend. Wie sich dort der Hörnerve zwischen den Gegensätzen eines flüssigen Innhalts und einer starren Knochenschaale ausbreitete, eben so erscheint hier die Sehhaut als mittlere Schichte zwischen einer vollkomen durchsichtigen Centralmasse und einer völlig undurchsichtigen, mit einer schwarzen Pigmentschichte belegten peripherischen Hülle, in Gestalt einer halben Hohlkugel entfaltet, die aus einer primitiv blasenförmigen Ausstülpung des grossen Gehirns durch Dehiscenz entstanden ist. Die Verrichtung des Vorbaus besteht auch hier in der Modificirung der Lichtstrahlen nach ihrer Stärke und Menge; die Verrichtung der durchsichtigen Medien in Leitung und Brechung derselben zu einem, dem äussern Objekte entsprechenden Farbenbilde auf der Innenschichte der Netzhaut. Die Art der Einwirkung des Lichtbildes auf jene scheint durch einen organisch-chemischen Akt vermittelt zu werden, der jedoch, aus dem Conflikte einer dynamischen Potenz mit dem edelsten Nervengebilde hervorgehend eine höhere dynamische Bedeutung in sich tragen muss [1]).

---

[1]) Nach der Emanationstheorie würde das Sehen vermittelt durch das Anprallen der Lichtstrahlen, also durch ein Berühren wie beim Fühlen, nach der Undulationstheorie durch ein Vibrieren derselben,

Wie das Ohr nicht die Dinge selbst, sondern nur die von ihnen ausgehende und zu einer Klangfigur geordnete Schwingung empfunden, eben so empfindet das Auge nur die von den Körpern ausgehende und zu einem Lichtbilde gestaltete Aetherspannung, also bloss Licht und Farben. Durch das Auge offenbart sich dem Geiste die Welt in Licht- und Farbenbildern. Alles Materielle ist an dieser Innewerdung abgestreift,* und der Sehsinn waltet fast unabhängig vom Raume und der Zeit, das unendlich Entfernte mit unendlicher Schnelligkeit erfassend. Er ist der Sinn für das Universum. Sein Gegensatz ist der Fühlsinn dessen Objekt bloss das massenhafte Einzelne ist, das er nur im unmittlbaren Contakte und verhältnissmässig längster Zeit als solches zu empfinden vermag; beide Sinne ergänzen sich daher wechselseitig, indem der eine in den andern eben dasjenige legt, was in ihm nicht enthalten war. So schliesst sich die Kette der Sinne, indem sich das tiefste Glied an das höchste füget zu einem bewunderungswürdigen Ganzen, in welchem sich die äussere materielle Welt zu einer innerlich geistigen verwandelt.

Nachdem wir nun die Sinne des Menschen in ihrer stufenweisen Entfaltung von ihrer Wurzel im dunklen Boden des Gemeingefühles bis zu ihrer Blüthe im Lichte des Sehsinns verfolgt und wahrgenommen haben, wie sich ihre Organe immer eigenthümlicher gestaltet und von den niedern Gebilden immer strenger geschieden, als sich dem Gehirn genähert und inniger verbunden haben, wie sich ihr Vorbau immer com-

---

also auf ähnliche Art, wie beim Hören. Die Gründe für obige Ansicht sind nachzusehen in Carus Syst. d. Phs. III. Bd. pag. 200 u. w. Daguerre's neuentdeckte Lichtbilder haben in dieser Hinsicht das dunkle Wesen des Lichtes auf ähnliche Weise gelichtet, wie Chladnis Klangfiguren das Wesen des Schalles. Dieser Ansicht zu Folge würde sich der Sehsinn auf ähnliche Art den chemischen Sinnen, und zwar zunächst dem höhern Riechsinne anschliessen, wie der Hörsinn dem Tastsinne. Beide haben auch wirklich ein gemeinschaftliches Centrum im grossen Gehirn, wie Letztere im kleinen.

plicirter gebildet und ihr Nerve immer mächtiger und selbstständiger entfaltet, wie der räumliche Kreis ihres Wirkens immer grösser und ihre Wirksamkeit schneller, wie das Objekt ihrer Wahrnehmung immer edler und feiner und die gewonnene Vorstellung immer bestimmter und klarer geworden; wenden wir uns jetzt zur Betrachtung des Entwicklungsganges der Sinne in den weiten Reihen des Thierreichs. Wir erfassen das Thierreich als ein ideales Ganze, das sich in die reale Manigfaltigkeit der Thiere gegliedert und im Menschen zu einer höhern Einheit verbunden. Wie sich nun diese in jene auflöst und jene zu dieser vereinet, das im Speciellen nachzuweisen, wäre Aufgabe, einer höhern, genetischen Naturgeschichte des Thierreichs; dass aber auch in der Entwicklung der Sinnesorgane jenes höhere Gesetz sich verwirklicht, vermöge welchen eine jede höhere Bildungsstufe durch Entfaltung einer primitiven Einfachheit und Einheit zur immer grössern Manigfaltigkeit und Vielheit mit beständiger Wiederholung des ursprünglichen Bildungstypus erzielt wird, dieses wird aus folgender, skizzierten Darstellung der verschiedenen Formen der Sinnorgane in den Klassen der Thiere mit unverkennbarer Deutlichkeit erhellen.



I. Gefühl und Getast.

Wegen ihrer noch geringen Verschiedenheit werden die beiden Arten des Hautsinnes, der passive und aktive Fühlsinn hier in Einem betrachtet. Als erste Individualisirung des Gemeingefühls ist der Fühlsinn durch alle Glieder der Thierwelt verbreitet; seine Gränzen sind die Gränzen des Thierreichs, gleich wie im einzelnen Individuum sein Bereich ist, die ganze äussere Begränzung. Aber selbst da, wo er sich in besondern Organen zum aktiven Fühlsinne steigert, ist die immer vorhandene Mehrzahl dieser Organe und die Unbestimmtheit ihres Sitzes, da sie bald als Extremitäten des Kopfes, bald des Rumpfes erscheinen, eine nothwendige

Folge seiner Allgemeinheit. Da die Sinnesempfindung bei den Thieren vorzüglich auf Nahrungsaufnahme gerichtet und so fast gänzlich der Ernährung unterthänig ist, so ist es merkwürdig, dass sich dieses Verhältniss bei dem am meisten materiellen Sinne, dem Fühlsinne, auf eine ganz materielle Weise im Organischen darstellt, indem sich die Fühlorgane bei den niedern Thieren gänzlich, bei den höhern aber vorzüglich um den Mund concentriren.

A. Fühlorgane der niedern Thiere.

1. Pflanzen- und Weichthiere.

a. Bei den Zoophyten, den Infusorien, Polypen und Quallen ist das Organ des Fühlsinns, die äussere Haut, nicht einmahl von der übrigen gallertartigen Körpermasse geschieden, und stellt eine blosse Schleimschichte dar, die bei einigen Infusorien und Polypen zu kalkigen Schaalen und Scheiden erhärtet, bei den Medusen aber bereits zu einem feinkörnigen Oberhäutchen gerinnt. Dessen ohngeachtet besitzt die, grösstentheils homogene Körpersubstanz derselben, die Oken eine chaotische Nervenmasse nennt, ohne Zweifel ein sehr zartes Gefühlsvermögen. Aber selbst bei diesen niedrigsten Thieren erscheinen bereits aktive Organe des Fühlsinns, als erste Vorbilder der höhern Tastorgane. Bei den meisten Infusorien befindet sich ein Kreis einfacher Wimpern um die Mundöffnung, der sich bei den Rotifern in mehrere kleine Büschel sondert, deren jeder von einem sehr beweglichen Stiele getragen wird. Durch rotierende Bewegung dieser Organe erregt das Thierchen einen Strudel im Wasser, vermittlst dessen seine Nahrung in die Mundöffnung gezogen wird. Geringer an Zahl (gewöhnlich 8) aber stärker und meistens sehr zierlich gebildet sind die ebenfalls um den Mund gestellten Fangarme der Polypen, mit denen das Thier seinen Raub umfasst und in den Mund zieht. Das Gefühl dieser Organe ist so fein, dass durch sie, nach den Be-

obachtungen von Bonnet, Trembley, Schäffer u. a. Atome von solcher Kleinheit empfunden werden, die selbst dem menschlichen Auge kaum wahrnehmbar sind. Bei den Quallen sind die Fühlorgane auf vier starke lappenförmige Fortsätze reducirt, zwischen denen die Mundöffnung liegt; ausserdem befindet sich aber ein peripherischer Kreis von sehr zahlreichen, dünnen, aber meistens bedeutend langen Fühlfäden am sogenannten Scheiben- oder Hutrande, welche nach Oken hohl sind und vom Magen aus, mit dem sie communiciren, mit Wasser gefüllt und durch diesen eigenen Mechanismus einigermassen willkührlich bewegt werden können. Eine ähnliche Bildung zeigen die, den Medusen sehr verwandten Seesterne (Asteriae), deren Strahlen als vergrösserte und erhärtete Mundlappen der Quallen angesehen werden können, an die sich kleinere Fühler (die sogenannten Füsse) in einer Seitenrinne in Doppelreihen anfügen, und eben so, wie bei den Quallen mit Wasser eingespritzt und aufgerichtet werden können. Bei den Schlangensternen (Ophiurae) sind die Strahlen wurmförmig gebildet und äusserst beweglich, bei den monströsen Schlangenhäuptern (Eurialae) nebstdem dychotomisch verzweigt und mannigfaltig in einander geflochten. —

b) Bei den Weichthieren ist die äussere Hautfläche von der innern Darmhaut noch wenig verschieden; sie erscheint als eine weiche, schlüpfrige Schleimhaut, die noch fest mit der, unter ihr befindlichen Muskelschichte zusammen hängt und noch keineswegs als besonders feines Gefühlorgan betrachtet werden kann, da ihr das eigentlich empfindende Nervengebilde, das Papillargewebe, noch gänzlich zu fehlen scheint. Dagegen waltet in ihr, wie im Gesammtleben dieser Thiere die vegetative Productivität mächtig vor, sich manifestirend in der Bildung eines äussern Kalkskelettes, in Gestalt oval vertiefter oder spiralförmig gewundener Schalen. — Die besonderen Fühlorgane kommen hier zu einer höhern Entwicklung. Am tiefsten stehen in dieser Hinsicht die Muscheln; die am Mund- und Körperrande befindlichen Fühlorgane der Quallen wiederholen sich bei ihnen in Gestalt von vier schlaffen Fühllappen am Munde und als eine Reihe

fleischiger Zacken am Mantelrande, die entweder auf diesem unmittelbar oder auf der vorstreckbaren Athemröhre steht. Uibrigens tritt noch die Schneide, in die sich ihr Leib verlängert (der sogenannte Fuss) hinzu, wenn sie nicht mehr als Ortsbewegungs- denn als Sinnorgan betrachtet werden muss, wie die Sohle der Schnecken. Auch unter diesen kommen Gattungen vor, wie z. B. manche nackte Schnecken, deren Leibes- oder Mantelrand mit einer Menge Fäden, als peripherischen Fühlorganen besetzt ist, die sich jedoch bei den behäusten Schnecken gänzlich verlieren. Die übriggebliebenen Fühlfäden am Munde schliessen sich bei den Süsswasserschnecken der Gestalt nach ganz an die der Muscheln, werden aber bei den Meer- und Landschnecken cylindrisch und länger, und gewinnen überdiess nicht nur durch die wunderbare Verbindung mit dem Gesichtssinne eine besonders merkwürdige Bedeutung, sondern bei Letztern noch durch einen eigenen Muskelapparat, vermöge welchem sie willkührlich eingestülpt und vorgetrieben werden, eine ausgezeichnete Bewegung.

In der obersten Gattung dieser Klasse, in den Sepien, deren allgemeine Hautdecke bereits eine ähnliche Beschaffenheit, wie bei den niedern Fischen besitzt, gestalten sich die, ebenfalls um den Mund gestellten Fühlorgane zu starken, langen und mit Saugnäpfen an einer Seite besetzten Fangarmen, deren jeden man als ein Convolut von mehreren, verwachsenen Fühlfäden von ungleicher Länge und mit einer einstülpbaren Spitze, betrachten kann. Sie dienen dem Thiere mehr zur Festhaltung des eigenen oder eines fremden Körpers, als zur Erforschung dessen Beschaffenheit vermittelst der Gefühlsempfindung.

2. Gliederthiere.

Da nach einem höhern Gesetze der Naturentwicklung jede höhere Thierklasse die nächst niedere in sich wiederholen muss, so sehen wir auch in den niedrigsten Gattungen dieser Klasse, mit dem Zurücksinken der Organisation überhaupt, auch die Sinnesorgane auf die Primitivform reducirt. Die weichschleimige Hautdecke mehrerer Würmer, namentlich der

Eingeweidwürmer, stehet fast auf gleicher Stufe, wie bei den Zoophyten, zeigt in den verschiedenen Gattungen der Erd- und Wasserwürmer und selbst in vielen Insektenlarven (Maden) ähnliche Bildung wie bei den nackten Weichthieren, erstarrt in der Kalkschale der Krustenthiere zu einer ähnlichen Hülle, wie bei den schaligen Molusken, und erringt sich in den Insekten eine eigenthümliche höhere Bildungsstufe, indem sich hier, die bisher erdige Schalensubstanz in eine organische verwandelt, nämlich in Hornsubstanz.

Es ist klar, dass hier der allgemeine Gefühlssinn noch zu keiner bedeutenden Schärfe gelangen könne, und zwar um so weniger, je mehr in der äussern Haut noch andere niedere Bildungstendenzen vorherrschen, entweder nämlich zur innern Bildung (Ernährung) durch vorwaltende Einsaugung (wie in den Würmern), oder zur äussern Begränzung, durch Erhärtung zu einem äussern Kalk- oder Hornskelette (wie in den Krustaceen und Insekten). Merkwürdig wird in dieser Klasse eine neue Hautproduktion, nämlich die Haare. Sie erscheinen bereits bei den Würmern, als kurze Wimper der Regenwürmer, Borsten der Nereiden und anderen, in vorzüglicher Ausbildung und Schönheit aber bei den Seeraupen (Aphroditæ). Eben so vollkommen als mannigfaltig sind sie bei den Larven der Insekten, fehlen aber trotz der versteinerten Hautfläche nicht gänzlich den Krustenthieren und den hornigen Insekten, entfalten sich aber im reichsten Farbenschimmer und vielfachster Gestaltung in den Schmetterlingen, theils als einfache sammtartige Haare, theils als verästete Federn, theils als blätterartig geformte und gestielte Hornschüppchen. Ohne Zweifel sind diese Haarformationen geeignet und bestimmt, die Empfindlichkeit der äussern Haut zu schärfen, worauf ihre Analogie mit den Haaren der höhern Thiere hinweist, die nicht weniger zur Dämpfung als Förderung der Gefühlsempfindung dienen. Als solche bilden sie einen natürlichen Uibergang zu den besonderen, aktiven Organen des Fühlsinns, den Fühlfäden (tentacula), die auch wirklich bei vielen Thieren dieser Klasse die Form und Bildung eines höher organisirten Haares besitzen. Die Fühlfäden scheinen sich in eben dem Verhältnisse besser zu ent-

wickeln, wie die Erhärtung der übrigen Hautfläche zunimmt und daher ihre Empfindlichkeit sich mindert. Sie fehlen den meisten Eingeweidewürmern, oder werden bloss durch einen einfachen Wimperkranz ersetzt (wie bei den Infusorien), eben so den Regenwürmern und Blutegeln, deren Kopf- und Schwanzende jedoch bereits mit einer höheren Empfindlichkeit begabt ist, erscheinen jedoch am Kopfe bei den höhern Aneliden in ähnlicher Form, wie bereits bei einigen Molusken. Eine höhere Ausbildung erreichen sie bei den folgenden Klassen der Krustenthiere und Insekten. Die Fühlhörner (antennæ) derselben bestehen ihrer gegliederten Schale analog aus sehr vielen und zarten Hornringen, und erhalten durch longitudinale Muskelfiebern und eigene Nervenzweige vom Hirnknoten, die in ihre Höhlen treten, eine ausgezeichnete Beweglichkeit und Empfindung. Ihre Gestaltung ist so mannigfaltig, dass schon ihre nominelle Angabe einen, für diesen Ort zu grossen Raum einnehmen würde. Als secundäre Fühlorgane treten zu den Fühlhörnern noch die sogenannten Taster (palpi, auch Fressspitzen), die gegliedert, kurz und mit einer weichen Spitze versehen sind, und am Unterkiefer und der Unterlippe hängen. Sie dienen zur Betastung naher Gegenstände, vorzüglich aber der Nahrung, und scheinen desshalb zum Geschmackssinne in naher Beziehung zu stehen. Dass jedoch auch die Antennen mehr als blosse Tastorgane sind, beweisen die interessanten Versuche von *Huber* und *Latreille*. Wird ein Insekt derselben beraubt, so wagt es entweder keine Bewegung mehr, oder versucht sie mit sichtbarer Verwirrung und Unzweckmässigkeit. Eine so verstümmelte Biene wird ganz unfähig zur Vollführung ihrer kunstreichen Arbeit im Innern des Stockes; ja die Antennen scheinen den in Gesellschaft lebenden Insekten (Ameisen und Bienen) als Organe der gemeinschaftlichen Mittheilung und Verständigung zu dienen. Bei den Spinnen, die bekanntlich einen äusserst feinen Fühlsinn und keine besonders entwickelte Fühlhörner besitzen, übernehmen schon die Füsse die Funktion des Tastens; übrigens scheinen die weichen Ballen an den Füssen mancher Fliegen und Käfer ebenfalls einen Uibergang zu bilden, zu einem Tastorgane an den Extremitäten des Rumpfes.

B. Fühlorgane der höhern Thiere.

In den höhern Thieren scheidet sich das Hautorgan immer bestimmter von der übrigen Körpermasse, und steigt, indem es sich im gleichem Maasse von den Uiberresten eines äussern Skeletts, von Schuppen, Federn, Haaren befreit, als es das eigentliche Substrat der Empfindung, das Papillargewebe in sich weiter ausbildet, bis zu seiner höchsten Vollendung im Menschen.

1. Fische.

Am tiefsten stehet natürlich noch die Haut der Fische. Bei den niedern Knorpelfischen gleicht sie, bei ihrer einfachen Struktur und schleimigen Oberfläche, ziemlich der Haut der Molusken, wird aber allmählig fester und dicker und endlich bei den höhern Knorpelfischen (Rochen, Hayen) sehr derb und rauhkörnig. In den Gräthenfischen entwickeln sich an der noch papillenlosen Lederhaut, belegt von einem farbigen Schleimnetz und einer dünnen Oberhaut, die dachziegelartig über einander liegenden Schuppen. Überall ist jedoch die innere Hautfläche noch fest mit der Muskelschichte verwachsen, und die äussere mit einem zähen Schleimüberzuge bedeckt. Die Schuppen zeigen sich theils als hornige Platten, oft mit strahligen Rippen, wodurch sie manchmal Ähnlichkeit mit Federn erhalten, deren Bärte verwachsen geblieben (z. B. an den Flügeln der Fettgänse), theils aber als knöcherne Schilder, oft mit vorspringenden Höckern und Spitzen, und erscheinen dann fast wie einzelne Muschelschalen. Natürlich lässt diese starke Schuppenbedeckung noch keinen feinen Hautsinn aufkommen, daher werden besondere Fühlorgane um so nöthiger. Aber auch in Bezug dieser sehen wir die Fische, als das niedrigste Glied der Wirbelthiere eben so sehr unter die höhern Ordnungen der Wirbellosen zurücksinken, wie wir es schon früher bei den Gliederthieren in Bezug auf die Weichthiere beobachtet haben. Weit entfernt den, von den Insekten erlangten Bildungsgrad der aktiven Fühlorgane zu erhöhen, stehen die Fische rück-

sichtlich derselben fast auf gleicher Stufe mit den meisten Weichthieren. Da ihre verkümmerten Extremitäten, die Flossen, eine von Tastorganen ganz abgewandte Bildung und Bestimmung besitzen, so bleiben ihre aufgewulsteten, weichen Lippen, mit ihren, den Tentakeln der Molusken entsprechenden Bartfäden (cirrhi) die einzigen Fühlorgane. Diese erhalten jedoch bei einigen Gattungen eine bedeutende, ja monströse Länge und durch oft starke Nervenäste vom fünften Paar u. besondere Muskeln eine vorzügliche Beweglichkeit und Empfindung (so z. B. beim Wels und dem Seeteufel). (Lophius piscatorius).

2. Amphibien.

Rücksichtlich der Organisation der äussern Hautdecke zerfallen die Amphibien in 2 grosse Gruppen, in Nackte und Beschuppte. Die Nackten, wie die Molche (Oken) Kröten, Frösche, nähern sich in der Bildung der Haut den Knorpelfischen. Sie bestehet hier, wie dort aus einer ziemlich dichten, obwohl nicht dicken Lederhaut, bedeckt mit einer, nicht sehr lebhaft gefärbten Schleimschicht und überzogen mit einem zarten Oberhäutchen; übrigens zeigt sich die Haut durch ihre bedeutende Schleimabsonderung und ihr gleich grosses Einsaugungsvermögen noch immer, wie früher als Schleimhaut. Ihre Empfindlichkeit darf auch eben nicht hoch angeschlagen werden, weil ihr das eigentliche Papillargewebe noch fehlt, und die Nerven, wo sie sich darstellen lassen (wie z. B. beim Frosche) nur in weiten Schlingen in sie dringen. — Wie nun die Salamander und Frösche rücksichtlich ihrer Hautbildung in eine, freilich immer aufsteigende Reihe mit den Knorpelfischen und durch diese mit den Weichthieren zu stehen kommen, so müssen die beschuppten Amphibien, Eidechsen, Schlangen und Schildkröten in eine Reihe mit den Gräthenfischen und durch diese selbst mit den Gliederthieren gestellt werden. Ihre Schuppen sind auch wirklich ähnliche Hornplatten, wie bei den meisten Gräthenfischen, und verknöchern im Krokodill fast auf gleiche Weise, wie z. B. im Stöhr; ja die Körpergliederung der Insekten und Würmer wieder-

holt sich auf eine eben so deutliche und merkwürdige Art an den Schlangen, indem ihre Bauchhälfte (Erdseite) mit, den einzelnen Rippenpaaren entsprechenden Schienen belegt ist, wie die Schildbedeckung der Crustaceen in den dicken Hornschildern der Schildkröten, in welche sich ihre Rippenbögen verwandeln, während sowohl bei diesen als jenen die übrige Körperfläche mit kleinen Schuppen bekleidet bleibt, so wie bei den Eidechsen. Die eigentlichen Organe des aktiven Fühlsinns, die Extremitäten des Rumpfes, entwickeln sich in dieser Klasse zur bedeutenden Vollkommenheit, u. es ist merkwürdig, dass sich mit ihrem Auftreten ihre stellvertretenden Organe am Munde hier gänzlich verlieren. Am wenigsten gilt jedoch beides von den Schlangen, da ihnen bekanntlich die Extremitäten gänzlich fehlen, und dagegen ihre lange, sehr bewegliche Zunge in Ermangelung von Fühlfäden am Munde noch gleichsam wie ein Fühlfaden im Munde gebraucht wird.

Die Extremitäten der Meerschildkröten sind wahre Flossen, daher wie bei den Fischen zum Tasten ganz untauglich; wenig dazu geeignet sind auch die, durch Schwimmhäute flossenartig verbundenen Zehen der Salamander und Frösche, desto mehr aber die, mit schwammigen Scheiben versehenen Füsse der Laubfrösche, und am besten die freien, zum Umfassen besser geschickten Zehen der Eidechsen, an denen sich bereits, vorzüglich aber beim Chamäleon, eine Schichte von Nervenpapillen nachweisen lässt, als das eigentliche Substrat der Tastempfindung.

3. Vögel.

Die allgemeine Hautdecke der Vögel scheidet sich auf das bestimmteste von der übrigen Körpermasse, mit der sie so wie früher bei den Fröschen nur lose verbunden, und von der sie überdiess gewöhnlich durch eine Fettschichte getrennt ist. Die Schleimabsonderung an der Oberfläche verschwindet hier gänzlich, um von einer, nur auf gewisse Stellen beschränkten fettigen Ausscheidung ersetzt zu werden. Auch hier lassen sich die gewöhnlichen drei Hautschichten unterscheiden: Die Lederhaut ist noch gewöhnlich, wie in der v

rigen Klasse dünn, wird aber in den Raub- und Wasservögeln dicker und fester; das Schleimnetz ist an den befiederten Stellen ungefärbt, wechselt aber an den nackten Theilen (Füsse, Kämme, Wachshaut etc.) in den verschiedensten Farben; die Oberhaut ist gewöhnlich sehr dünn und trocken. Von den Uiberresten eines äussern Hautskelettes müssen, neben dem Hornüberzug der Kiefer (Schnabel) und der Schuppenbekleidung und Krallenbewaffnung der Füsse, die Federn, als die merkwürdigsten und dieser Klasse charakteristischen Hautgebilde, besonders hervogehoben werden.

Wie bereits die Insekten, die unverkennbaren Vorbilder der Vögel, sich im Bereiche der wirbellosen Thiere durch Entwicklung besonderer Hautgebilde in Gestalt einfacher und verzweigter Haare und blattförmiger Schuppen und den Farbenglanz derselben vorzüglich ausgezeichnet haben, eben so die Vögel unter den Vertebraten durch Entfaltung einer mit schönsten Farben geschmückten Federdecke, deren jeder einzelne Bestandtheil (Feder) seiner Entwicklung und Bildung nach auf ein höher organisirtes verzweigtes Haar oder eine zerfaserte Schuppe zurückgeführt und als solche aufgefasst werden kann. Wirklich sehen wir auch bei jungen Vögeln die Federn als wollige Haare entstehen und selbst beim erwachsenen Thiere in solche (z. B. beim Casuar), ja selbst in Schuppen (z. B. bei Fettgänsen) verwandelt.

Es ist hier nicht der Ort in den merkwürdigen Hergang der Entwicklung und Bildung der Federn näher einzugehen, noch weniger ihr Verhältniss zur Ortsbewegung und Athmung weiter auseinander zu setzen, sondern es muss hier bloss bemerkt werden, dass sie auch zum passiven Fühlsinne in naher Beziehung stehen, indem sie nicht bloss bestimmt zu sein scheinen, die mechanischen Eindrücke der Aussenwelt abzuwehren, sondern auch auf mechanische Weise zu ihrer nervenreichen Wurzel zu leiten, um daselbst eine gemässigte Empfindung zu erregen. — Die Organe des aktiven Fühlsinns, die Extremitäten gelangen auch hier zu keiner besondern Feinheit der Tastempfinduug. Die Brustglieder werden zu Luftgliedern (Flügeln) und erhalten als solche eine den Tastorganen ganz entfremdete Bildung; die Becken- oder

Erdglieder entwickeln sich wohl zu trefflichen Geh- und Schwimmwerkzeugen, bleiben jedoch, obwohl zum Umfassen der Körper meistens sehr gut geeignet, dennoch nur stumpfe Tastorgane. Die Entwicklung ihres Papillarkörpers stehet fast auf gleicher Stufe mit den höhern Eidechsen, ist aber vorzüglich deutlich bei den Papageyen, die sich auch fast allein ihrer Füsse als Tastwerkzeuge zu bedienen scheinen. Bei dieser, dem Tastsinne wenig günstigen Beschaffenheit der Rumpfextremitäten concentrirt sich derselbe wieder mehr in den Extremitäten des Kopfes. Bei vielen Wasser- und Sumpfvögeln (wie z. B. den Gänsen, Enten, Schnepfen und Störchen) ist der Schnabel an seiner Oberfläche oder seinem Lippenrande mit einer weichen, nervenreichen Haut (Wachshaut) überzogen oder eingefasst, und dient auf ähnliche Weise als Tastorgan, wie die Lippen der Fische. Bei den Spechtarten wird die lange und weit vorstreckbare Zunge auf analoge Art zur Tastung verwendet, wie bei den Schlangen; ja die fleischigen, erektilen Anhänge am Schnabel des Truthahns, und selbst die Kämme und Bartlappen der übrigen Hühnerarten erscheinen als nicht undeutliche Wiederholungen der Antennen und Palpen der Insekten, obwohl mehr nur in Bezug ihrer Lage und Bedeutung, als ihrer Bildung und Verrichtung.

4. Säugethiere.

In der Klasse der Säugethiere, die die Thierreihe schliesst und sämmtlich in sich wiederholt, herrscht eine solche Manigfaltigkeit der Hautbildung, dass es sehr schwer wird, eine, im Einzelnen treffende, allgemeine Ansicht davon zu geben. Hier also nur Folgendes über die drei gewöhnlichen Schichten: Die Lederhaut ist im Allg. durch ihre bedeutende Dicke, theils bloss am Rücken, theils aber im ganzen Umfange (z. B. beim Rhinoceros, Büffel) ausgezeichnet; ihr Papillarstratum ist reicher entwickelt, vorzüglich aber an allen Theilen, die als aktive Organe der Fühlung verwendet werden, fehlt aber den Fischsäugethieren wie den Fischen gänzlich. Das Schleimnetz ist ebenfalls stärker, verliert aber die bunte Färbung mit wenigen Ausnahmen (z. B.

am Gesichte und Gesässe mancher Affen) fast gänzlich. Die Stärke der Oberhaut varirt durch alle Grade; sie ist im Allg. desto dünner, je dichter die, sie bedeckenden Haare stehen. Diese kegelförmig ausstrahlenden Horngebilde, die nebst den Hörnern und Hufen (deren ebenfalls haarige Struktur sich z. B. am Horn des Rhinoceros und am Pferdehufe deutlich zeigt) hier die letzten Rückstände eines Hautskelettes bilden, sind dieser Klasse eben so charakteristisch und eigen, wie das Gefieder den Vögeln. Was dort von der Beziehung der Federn zum Fühlsinne bemerkt worden ist, gilt um so mehr von den Haaren, die wirklich als in einen hornigen Schaft ausgezogene Nervenpapillen angesehen werden können, und daher nicht weniger geeignet sein müssen äussere Gefühlseindrücke auf mechanische Weise zu fördern, als in ihrer Wirksamkeit zu hemmen. Wirklich sehen wir auch erstere Richtung in den Schnurrhaaren (mystaces) einiger Säugethiere so sehr vorherrschend werden, dass sie fast als verhornte Tastfäden erscheinen, an deren Wurzeln nicht nur bedeutende Nervenzweige, sondern auch bewegende Muskelbündel treten (so z. B. nach Rudolphi, beim Seehund) und dieselben zu willkührlich bewegten und sehr empfindlichen Tastorganen verwandeln. Wie die Horngebilde der Haut sich in der Reihe der Thiere, ihrer ursprünglichen Bestimmung eines empfindungslosen Hautskelettes immer mehr entfremdend, in fortschreitender Metamorphose, als Schilder, Schuppen, Federn, Haare, endlich in der Klasse der Säugethiere bis zu Organen der Empfindung gesteigert, so sehen wir sie in derselben wieder in der Richtung rückschreitender Metamorphose bis zu ihrer Urform zurückkehren. Schon die Wollhaare kommen nicht nur ihrem Aussehen, sondern nach Nitzsch auch ihrer innern Bildung nach, mit den weichen Federn der Vögel, den Dunen überein. Von den steifen und platten Haaren der Dickhäuter, den Borsten, geschieht durch die Stacheln des Igels oder der Echidna ein allmähliger Uibergang zu den langen Hornstacheln des Stachelschweins, die einer wahren Feder mit Kiel und Schaft, bis auf die mangelnde Fahne auffallend gleichen. Die Schuppenbedeckung der Schwänze bei manchen Gattungen z. B. den Ratten und Biebern, zeiget

gleichsam eine unvollständige Verwandlung vom Amphibium zum Säugethier; ja in der vollständigen Schuppendecke und dem Schienenpanzer des Schuppen- und Girtelthiers gehet die Hautbildung auffallender Weise bis zu jener Stufe zurück, auf welcher unter den Amphibien die Krokodile und Schildkröten stehen. Die nackte schleimigöhlige Hautfläche der Wallfische wiederholt eben so deutlich die Hautbildung der Rochen und Hayen. Es wird schon aus dieser skizzirten Darstellung der verschiedenen Bildung des Hautorgans sattsam erhellen, dass der passive Fühlsinn in dieser Klasse vom Grade tiefster Stumpfheit bis zur bedeutenden Schärfe variren müsse. Nicht minder verschieden wird hier die Entwicklung und Bildung der besondern Organe aktiven Fühlsinns angetroffen. Aber trotz dieser Mannigfaltigkeit vermögen die Säugethiere dennoch nur die, schon vorhandenen Typen der Tastorgane in etwas veredelter Form zu wiederhohlen, ohne dass es ihnen gelingen würde, den Tastsinn auf der höchsten Stufe seiner organischen Ausbildung darzustellen. Wie bei den vorigen Klassen concentriert sich der Fühlsinn auch hier hauptsächlich in den Vorwerken des Geschmacks- und Riechsinnes. Die Lippen vieler Säugethiere z. B. Wiederkäuer und Einhufer erhalten einen nackten weichen Haut-Uiberzug, der durch eine reiche Verzweigung und Papillenbildung des fünften Nervenpaars eine feine Empfindlichkeit und durch eine bedeutend entwickelte Muskulatur eine ziemlich freie Bewegung erhält; überdiess wird die Empfindlichkeit dieser Theile noch häufig durch die Tasthaare geschärft (besonders bei den Raubthieren). Beim Rhinoceros verlängert sich die Oberlippe in einen weichen, beweglichen, hackenförmigen Fortsatz, der gleichsam wie ein rückständiges Fühlhorn, als alleiniger Ersatz dient für die allgemeine Gefühlsstumpfheit. Bei einer andern Reihe der Säugethiere bildet sich die Nasenspitze zum vorzüglichen Fühlorgane aus, indem sie durch besondere Knochen- und Knorpelansätze eine zum Tasten geeignete Form, durch reiche Nervenverzweigung und Papillenbildung eine feinere Empfindung und durch einen eigenthümlichen Muskelapparat eine freiere Bewegung erhält. Diess ist der Fall bei den Rüsselthieren, wie der Spitzmaus, dem Maulwurf und dem Schweine, in noch höherem

Grade beim Tapir, im höchsten aber beim Elephanten, dessen bewunderungswürdig eingerichteter Rüssel zu einem gleich geschickten Greif- als empfindlichen Tastorgane wird. — Wenden wir uns nun zur Betrachtung der Hauptorgane des Tastsinnes, zu den Extremitäten. Bei den Fischsäugthieren sind die Gliedmassen, wie bei den Fischen, zu Flossen verwandelt, daher wie diese zum Tasten ganz untauglich; fast eben so wenig dazu geeignet sind die, durch Schwimmhäute verbundenen Zehen der amphibienartig lebenden Säugthiere z. B. der Fischotter, des Biebers und Seehunds.

Bei den der Vogelbildung entsprechenden Fledermäusen, sind die enorm verlängerten Phalangen der Vorderglieder durch eine äusserst feine und nervenreiche Flughaut verbunden, und in dieser das Gefühl (wie Spalanzanis bekannte Versuche mit geblendeten Fledermäusen gezeigt haben) so hoch gesteigert, dass es ohne unmittelbare Berührung, ja sogar in bedeutender Distanz, das Vorhandensein der Gegenstände erkennet, und dadurch jenen berühmten Naturforscher verleitete, es für einen sechsten eigenthümlichen Sinn zu halten. Trotz dieser beispiellosen Schärfe darf jedoch der Werth dieses Gefühls, als Tastsinn nicht übertrieben werden, weil es nur das Dasein der Körper, durch Wahrnehmen der durch sie modificirten Luftströmung anzuzeigen, nicht aber deren Gestaltung selbst zu erfassen vermag; im Gegentheil müssten die Flügel der Fledermäuse in dieser Hinsicht mit den Flossen der Fische verglichen werden, die obwohl zum Tasten ganz ungeeignet, dennoch nach *Carus* ein empfindliches Organ sind zur Wahrnehmung der Wasserströmung.

Bei den übrigen Landthieren kömmt der Tastsinn ungeachtet der grossen Mannigfaltigkeit ihrer Glieder dennoch zu keiner bedeutenden Entwicklung; im Allgemeinen ist er um so stumpfer, je mehr die ursprüngliche Bestimmung der Gliedmassen zur Ortsbewegung und zum Angriff in der Bekleidung durch harte Hufe und der Bewaffnung durch starke Krallen ausgesprochen ist, steigt aber in demselben Grade, je mehr sich die Extremitäten von dieser Bestimmung und Bildung entfernen, und durch weichere Beschaffenheit ihres Uiberzugs, stär-

kere Ausbildung des Papillarkörpers und mehrfältige Spaltung in freie Zehen, den Tastorganen des Menschen nähern. Der Tastsinn ist also fast auf Null reducirt bei den, bloss mit dem, zu einem Hufe umgestalteten Nagelgliede auftretenden Hufthieren, und hier natürlich am meisten bei den Einhufern, weniger bei den Zweihufern, und am wenigsten bei den Vielhufern. Unter den Krallenthieren stehen am tiefsten die Faulthiere, da sie bloss mit ihren starken und langen Krallen auftreten; diesen stehen zunächt die meisten Fleischfresser, die bloss mit den Spitzen der Zehen die Erde berühren; ihnen folgen die Sohlengeher, deren ganze, nackte Sohle mit den Körpern in Contakt tritt; an diese schliessen sich die Nager, die bereits mit den Vorderfüssen die Körper zu umfassen vermögen. Am nächsten stehen den menschlichen Händen die vordern Extremitäten der Affen; aber der Umstand, dass sie noch als Organe der Ortsbewegung gebraucht werden müssen, das Unvermögen die Finger einzeln zu bewegen und den noch kurzen Daumen den übrigen entgegen zu stellen, ihr geringerer Reichthum an Gefühlswärzchen und ihre stärkere Bewaffnung durch krallenartige Nägel, unterscheiden sie sattsam von jenen, und lassen sie noch immer als weit geschicktere Greiforgane, denn als empfindliche Tastorgane erscheinen. — Erst im Menschen, dem Schlusspunkte der thierischen Schöpfung, tritt der Gefühls- und Tastsinn in das Culmen seiner möglichen Ausbildung. Sein Hautorgan zeichnet sich bei der Feinheit seiner Bildung vorzüglich aus, durch fast gänzliches Zurückweichen der Horngebilde, von denen hier bloss die zarten Haare und Nägel, und zwar mehr zur Schärfung als Dämpfung des Fühl- und Tastsinnes zurückgeblieben, und dann durch das Vorherrschen der nervösen Papillenschichte, die jedoch auch hier an jenen Stellen zur vorzüglichen Ausbildung gelangt, die früher in der Thierreihe der besondere Sitz der Gefühlsempfindung gewesen, d. i. an den Fingern, den Lippen und der Zunge. Am klarsten offenbart sich jedoch die sensible, ja psychische Bedeutung des Hautorgans beim Menschen in dem, durch die verschiedenen Regungen des Gemüths bestimmten Wechsel

seines Colorits, wodurch es sich an das höchste Sinnorgan schliesst, an das Auge, den Spiegel der Seele. Mit der, den Menschen vor allen Geschöpfen auszeichnenden aufrechten Stellung werden seine obern Glieder vollkommen frei vom Dienste der Ortsbewegung, und während seine, den Leib nun allein tragenden Füsse an der Erde gefesselt bleiben, kehren sich die vom Leibe getragenen Hände freithätig gegen die Aussenwelt. Die feine Organisation der sie bekleidenden Haut, und der Reichthum ihrer, in regelmässigen Spirallinien geordneten Nervenpapillen erhöht in ihnen das Gefühl für die Beschaffenheit der Körperflächen zur grösstmöglichsten Schärfe, so wie ihre eliptische Form, die bei der freien Beweglichkeit der Finger und besonders des Daumens in mannigfaltigster Art verwandelt werden kann, sie zum Umfassen und Wahrnehmen der verschiedenartigsten Körperformen im höchsten Grade eignet. Mit dieser hohen Sensibilität verbindet sich in der menschlichen Hand ein bewunderungswürdiger, in dem Baue des Knochengerüstes und der Anordnung der Muskulatur ausgesprochener Mechanismus, wodurch sie ein eben so kunstreiches Werkzeug wird auf die Formgestaltung der Aussenwelt zurück zu wirken, als ein empfindliches Sinnorgan dieselbe zu erfassen.



II. Geschmack.

Da der Schmecksinn, als nächst niedere Individualisirung des Gemeingefühls noch nicht auf ein separates Organ streng begränzt, sondern in der ganzen Mundhöhlenfläche verbreitet ist, und da er als niederer chemischer Sinn noch einen Apparat zur mechanischen Zermalmung der Stoffe, und zur Bereitung einer Lösungsflüssigkeit für dieselben in sich schliesst, so sollte hier eigentlich die ganze Mundhöhle nebst den Kiefern und Zähnen, Speichel und Schleimdrüsen in Betrachtung gezogen werden. Weil aber eine solche, durch alle Thierklassen geführte Betrachtung einen viel zu grossen Raum erfordern würde, so muss sich folgende Darstellung bloss auf das activ gewordene Schmeckorgan, die Zunge beschränken,

die sich ihrer Bildung und Entwicklung nach zunächst an die Organe des activen Fühlsinnes schliesst.

A. Schmeckorgane der niedern Thiere.

1. Weichthiere.

Bei den Zoophyten und Muscheln ist bisher keine Spur eines Schmeckorgans entdeckt worden, obwohl es nicht an Beobachtungen fehlt, die es ausser Zweifel setzen, dass selbst diese niedern Thiere einer, dem Geschmacke wenigstens analogen Sinnesempfindung nicht gänzlich ermangeln. Es mag vielleicht ihre ganze innere Darmfläche eben so Geschmacksorgan sein, wie ihre ganze äussere Hautfläche Gefühlsorgan gewesen, oder vielleicht der feine Fühlsinn ihrer Tastfäden noch den Geschmackssinn substituiren, und ihr alleiniger Leiter sein bei der Wahl der Nahrung. Das erste Rudiment einer Zunge findet sich erst bei den Schnecken und Sepien vor, in Gestalt einer knorpligen, mit zahnartigen Fortsätzen besetzten Erhabenheit, die am Boden der Mundhöhle hinter den Kiefern liegt, jedoch in einigen Gattungen (wie z. B. im Wellenhorn Buccinum undatum) eine bedeutende Länge erhält. Doch verräth seine Knorpelhärte und Stachelbewaffnung, dass es hier noch mehr in der Bedeutung eines Kiefers als einer Zunge steht, und daher mehr als Ingestions- denn als Schmeckorgan dienen kann.

2. Gliederthiere.

Die Würmer bleiben auch rücksichtlich der Schmeckorgane ihren Vorbildern, den Zoophyten treu; auch ihnen mangelt ein zungenartiges Organ gänzlich, obwohl ihre Vorliebe für eine bestimmte Nahrung das Dasein einer Geschmacksempfindung noch deutlicher beurkundet als dort. Noch auffallender wird die Aeusserung des Schmecksinnes bei den nächstfolgenden Ordnungen der Krustenthiere und Insekten, indem sie bestimmte Nahrungsmittel mit der grössten Gier aufsuchen und verzehren, während sie andere mit

grösstem Widerwillen verabscheuen und eher Hungers sterben, als dieselben geniessen. Forschen wir nach den, so auffallende Geschmacksäusserungen bedingenden Organen, so finden wir bei den Krustaceen, einzig und allein die den Kiefern aufsitzenden Fühlfäden, Fressspitzen (palpi) als Gebilde, denen eine Bedeutung von Geschmacksorganen zugeschrieben werden könnte und wirklich von vielen Naturforschern zugeschrieben worden ist, da sie mit der aufzunehmenden Nahrung in innige Berührung kommen und desshalb eine, wenn auch zwischen Fühlen und Schmecken noch schwankende Empfindung von deren Qualität zu geben geeignet sind. Sie bilden also den Uibergang von den Organen des Fühlsinnes zu den Organen des Schmecksinnes; und wirklich kann man sich bei Betrachtung dieser Uibergangsgebilde beim Flusskrebs (Astacus fluviatilis, wo auch die eben so merkwürdige Metamorphose der Füsse zu Kiefern sich mit vorzüglicher Deutlichkeit herausstellt) nicht enthalten, *Carus* Ansicht vollkommen beizutreten, nach welcher diese Fühlfäden der Gliederthiere als Zungen am Munde und die *Zungen der höhern* Thiere als Fühlfäden im Munde zu betrachten sind. — *Auch* den Insekten sind solche Fühlfäden am Munde in der Regel eigen; es gesellen sich jedoch noch andere Gebilde zu denselben, die aus einer Metamorphose der Kiefern zu rüssel- oder zungenartigen Organen hervorgegangen zu sein scheinen und ihrer Bedeutung nach den Zungen der höhern Thiere noch näher stehen. Bei allen Insekten, die keine deutlichen Kauwerkzeuge besitzen (als Aptera, Hemiptera, Diptera und Lepidoptera) verlängert sich der Mund in eine bald fleischige bald hornige Saugröhre, die man Rüssel oder auch Zunge nennt. Diese ist bald einfach und kurz (so wie bei den Milben) bald aber länger und gegliedert und enthält im Innern mehrere Stacheln, die vorgestreckt als Waffe zum Verletzen, zurückgezogen aber als ein Stempel zum Einziehen der flüssigen Nahrung dienen (so bei Wanzen und Mücken); oder sie wird weich und fleischig und endigt sich mit zwei lippenförmigen Wülsten, (so bei den Fliegen), oder sie verlängert sich in eine spiralförmig gerollte Saugröhre, die aufgerollt oft die

Länge des ganzen Thieres übertrifft (so bei den Schmetterlingen). Bei den Insekten mit deutlich entwickelten Kiefern (als Gnathaptera, Neuroptera, Coleoptera und Orthoptera) verlängert sich die sogenannte Unterlippe in einen zungenartigen, häutigen Fortsatz, dessen Gestalt in den verschiedenen Geschlechtern aber fast unendlichen Verschiedenheiten unterworfen ist. Als Mittelglied zwischen diesen Rüssel- und zungenartigen Organen stehet die Zunge der Bienen, indem sie eine cylindrische solide Verlängerung der Unterlippe darstellt, welche die verlängerten Kiefer scheidenartig umschliessen. Auch befindet sich bei ihnen (wie auch bei einigen Netzflüglern), die Schlundöffnung nicht über, sondern unter dem Zungenorgane. Obgleich es bisher nicht nachgewiesen werden konnte, und kaum jemals wird nachgewiesen werden können inwiefern alle diese verschiedenen Organe der Geschmacksempfindung dienen, und nicht in Abrede zu stellen ist, dass in ihnen noch immer die Funktion der Ingestion vor der Sensation vorwalte, so müssen sie dennoch sämmtlich den Geschmacksorganen beigezählt werden, da eine aufmerksame Betrachtung unverkennbar zeigt, dass im gleichen Verhältnisse ihrer fortschreitenden Entwicklung sich auch die Geschmacksäusserungen steigern, und dieselben schon in morphologischer Rücksicht als, zu Gefühlsorganen verwandelte Kiefer, zwischen die Fühlorgane an den Kiefern (Palpen) und die Fühlorgane zwischen den Kiefern (Zungen) gestellt werden müssen.

B. Schmeckorgane der höhern Thiere.

1. Fische.

In den Fischen sehen wir zuerst eine wahre Zunge auftreten, die jedoch als erste Darstellung des Schmeckorgans eben so sehr hinter ihrem idealen Urbilde, der menschlichen Zunge, zurückbleibt, als sie ihre rudimentären Vorbilder, die Zungen, der niedern Thiere übertrifft. Sie ist im Allg. am Grunde der Mundhöhle befestigt, gewöhnlich mit einer wenig empfindlichen Haut überzogen, oder selbst in ihrem Wesen ganz knorplig, ja öfters noch mit zahnartigen Fortsätzen be-

waffnet, und schliesst sich demnach zunächst an die Zunge der Schnecken und Sepien. Sie gewinnt durch ein sehr entwickeltes Zungenbein eine feste Grundlage und durch die Muskultatur desselben einige Bewegung, muss jedoch beim Mangel eines besondern Geschmacksnerven noch immer mehr als Ingestions-, denn als Schmeckorgan betrachtet werden. Doch gibt es auch hier niedere und höhere Formen; denn es gibt Gattungen, wo die Zunge gänzlich fehlt, (z. B. beim Rochen Raja), aber auch andere, wo sie eine bedeutende Grösse erhält (so z. B. im Hecht, Barsch und nach Cuvier vorzüglich im Meeraal Murena conger).

2. Amphibien.

Die Zunge der Amphibien ist allerdings weit besser ausgebildet als bei den Fischen, indem sie eine schleimig weiche Oberfläche und eine ausgezeichnete Beweglicheit besitzt; aber sie enthält noch einen Zungenknorpel, und ihre Empfindlichkeit bleibt weit hinter ihrer Bewegung zurück; sie ist daher ein ungleich geschickteres Ingestionsorgan geblieben, als Schmeckorgan geworden. Den Fischen am nächsten stehet die Zunge der Salamander, wo sie klein am Boden der Mundhöhle befestigt, und mit kurzen, weichen Zotten besetzt ist. Bei den Fröschen ist sie mit der Wurzel am Rande des Unterkiefers befestigt, und mit der gespaltenen Spitze nach rückwärts geschlagen, an ihrer Oberfläche sehr weich, glatt und schleimig; sie kann mit grosser Geschwindigkeit hervorgeschnellt werden, und dient als sehr geschicktes Fangorgan. Durch die höhern Krötengattungen (Pipa, Suriamische Kröte) geschieht ein Übergang zu den Schildkröten, die wie jene eine weiche, zottige, ihrer Form nach der Säugthierzunge ähnliche, jedoch nicht vorstreckbare Zungen besitzen. Die sehr lange und bewegliche cylindrische Zunge der Schlangen erinnert an die Saugrüssel der Insekten; sie ist an der Spitze gespalten und mit einem hornigen Überzuge bekleidet; mit ihrer Wurzel steckt sie in einer häutigen Scheide, aus der sie mittelst zweier vom Unterkiefer kommenden Muskeln weit vorgestreckt, und durch andere zwei Muskeln, die vom Zungenbeine kommen, wie-

der zurückgezogen werden kann. Ähnliche Form besitzt sie bei den Eidechsen und ausgezeichnete Beweglichkeit beim Chamäleon, im Krokodill hingegen ist sie an Gestalt einer Säugethierzunge sehr ähnlich, verliert aber durch ihre starke Anheftung und hornartige Bekleidung fast alle Empfindlichkeit und Bewegung.

3. Vögel.

Fast auf gleicher Stufe der Ausbildung stehet die Zunge der Vögel. Auch ihr dient ein Knorpel oder Knochen zur Grundlage, der vom Mittelstück des Zungenbeines tief in sie hineindringt; ihre Oberfläche ist in der Regel hornartig, daher hart und trocken und für die Geschmacksempfindung wenig geeignet, ihre Beweglichkeit dagegen im Allg. ausgezeichnet. Wir sehen daher auch hier die Ingestion vor der Empfindung vorwalten wie in der somatischen Bildung des Organs, so auch in dessen Lebensäusserung; die Vögel verschlingen grösstentheils ihre Nahrung ganz: die Raubvögel kleinere Säugethiere und Vögel, die Schwimmvögel Amphibien und Fische, die Singvögel Insekten und Saamen. Die äussere Form der Zunge ist in dieser Klasse äusserst mannigfaltig, und zeigt eben so deutliche Wiederholungen niederer Gestalten, als Annäherungen an höhere Bildungsstufen. Die lange röhrenförmige, zum Saugen des Blumenstaubs dienende Zunge der Kolibris (Tiedemann) erinnert sehr deutlich an die Saugrüssel der Insekten; die pfeilförmige Zunge der Spechte, die mit einer hornigen Spitze versehen ist und mit der Basis in einer häutigen Scheide steckt, woraus sie, bei der enormen Verlängerung der Zungenbeinshörner, die sich um den Schädel bis zur Schnabelwurzel krümmen, sehr weit vorgestreckt werden kann, erscheint als eine merkwürdige Wiederholung der Zunge der Schlangen. Spaltungen der Zunge an der Spitze, wie sie bei den Amphibien vorkommen, findet man auch bei mehreren Gattungen der Vögel (z. B. der Raubvögel); oft ist die Zungenspitze in mehrere franzenförmige Zacken zertheilt (z. B. bei den Staaren, Drosseln), oft an den Seitenrändern oder an der ganzen Fläche mit steifen, rückwärtsgewandten Spitzen besetzt, die fast an die Zungenzähne der Fische mahnen (so z. B. bei mehreren Wasservögeln), ja beim Pteroglossus

ist die Zunge sogar eine wahre Feder *(Rudolphi)*. Dagegen aber wird sie vorzüglich bei den Papageyen weich und fleischig, mit Geschmackspapillen besetzt und in ihrer Form einer Säugethierzunge fast vollkommen ähnlich, und bildet so als ein Organ, in dem bereits die Sensibilität ein Uibergewicht über die Ingestionsfunktion errungen, einen Uibergang zu dem höher gebildeten Schmeckorgan der folgenden Klasse.

4. Säugethiere.

Die Zunge der Säugethiere stehet im Allg. der menschlichen ziemlich nahe. Sie gewinnt eine ganz freie Bewegung theils durch Verlust eines in sie dringenden Knochens oder Knorpels, (von dem bloss im Hundegeschlecht und einigen andern Thieren eine rundliche Sehne, der sogenannte Tollwurm als Rudiment zurückbleibt) theils durch bedeutende Vermehrung und höhere Ausbildung ihrer Muskulatur; sie gewinnt ferner eine feinere Empfindung theils durch eine zartere, weichere Bedeckung, theils durch quantitative Vermehrung und qualitative Veredlung ihrer *Nervenpapillen*. Auch ihrer Form nach ist sie der Menschlichen ziemlich ähnlich, unterscheidet sich aber gewöhnlich durch grössere Schmalheit, Länge und Dünne. Diesen verhältnissmässig hohen Grad der Ausbildung kann aber das Schmeckorgan nicht erreichen, ohne die vorangegangenen Bildungsstufen, gleichsam in einer höhern Skala durchzugehen, und so finden wir auch denn hier Formen, die als Wiederholungen früherer Gestalten angesehen werden müssen. Die dicke, speckige, am Boden der Mundhöhle befestigte und nach Cuvier der Zugenwärzchen beraubte Zunge der Fischsäugethiere (cetacea) entspricht wie der Thiere ganze Gestaltung offenbar der Fischbildung. Die lange wurmförmige Zunge des Ameisenfressers und der Echidna (Ornithorhynchus hystrix), die durch einen, bis zur Spitze laufenden Längenmuskel gebogen und zurückgezogen, und durch Cirkelfasern, welche jenen in ganzer Länge umgeben, wie ein Schnecken-Fühlhorn vorgetrieben und ausgestreckt wird, hat offenbar grosse Aehnlichkeit mit der Zunge der Schlangen. Die an der Spitze gespaltene Zunge des Dromedars und des Seehunds erinnert an das ähnliche Vorbild bei mehreren Amphibien. Die gezackte

Zungenspitze des Beutelthiers wiederholt die ähnliche Bildung mancher Vögel. Bemerkenswerth sind noch die hornigen, konischen, mit scharfen Spitzen nach rückwärts gebogenen Scheiden, mit denen die Zungenpapillen einiger Säugethiere, vorzüglich der Carnivoren überzogen sind, so im Katzengeschlecht ausgezeichnet beim Löwen und Tieger, unter den Fledermäusen beim Vampyr, vorzüglich aber bei der Echidna, wo sie (nach Home) sehr stark, an der Zungenbasis reihenweise aufgestellt sind, und mehreren Reihen von Gaumenzähnen entsprechen. Es ist klar, dass sie den Zungenzähnen der Fische analoge Gebilde darstellen [1]. Eben dieser theils hornige, theils lederartige Uiberzug der Säugethierzungen lässt den Geschmackssinn nicht zur höchsten Vollkommenheit in dieser Thierklasse gelangen. Diess geschicht erst im Menschen, dessen Zunge eben in jenem unvergleichlich hohen Grade über den Geschmacksorganen der Thiere stehet, wie seine Hand alle Tastorgane derselben übertraf. Es ist überhaupt sehr merkwürdig, dass gerade die zwei niedrigsten Sinne, der Tast- und Geschmackssinn, eine so hohe Ausbildung im Menschen erhielten, dass er darin selbst in quantitativer Hinsicht alle übrigen Geschöpfe übertrifft, während er an den übrigen höhern Sinnen in derselben Hinsicht, von manchen Thieren übertroffen wird. Dadurch wird diesen Sinnen gleichsam das an quantitativer Ausbildung ersetzt, was ihnen an qualitativer Dignität abgehet, und jenes harmonische Gleichgewicht auch zwischen den Sinnen hergestellt, das in seiner allseitigen Durchführung den Menschen eben so zum Urbilde der Schöpfung, als zum Abbilde des Schöpfers macht.

[1]) Sehr interessant ist der, allmählig in der Thierreihe vorsichgehende Uibergang dieser, mit hornigen oder selbst knöchernen Scheiden überzogenen Papillen zu wirklichen Zähnen. Die Zähne verhalten sich in dieser Beziehung zum Schmecksinne auf ähnliche Weise, wie die Haare zum Fühlsinne; jene sind ihrem Wesen nach nichts anderes als mit Knochen- und Schmelzsubstanz überzogene, diese in einen hornigen Schaft ausgezogene Nervenpapillen, und wie in diesen nicht alle Empfänglichkeit für Gefühlseindrücke, so ist in jenen nicht alle Empfänglichkeit für die Geschmäcke erstorben, wie z. B. das Gefühl von Stumpfsein nach Säuren beweiset.

III. Geruch.

Da das Riechen, als ein Wahrnehmen der Qualität der flüchtigen Substanzen, das Athmen von Luft nothwendig voraussetzt, so ist schon hiedurch eine bedeutende Differenz gesetzt zwischen dem Geruch der Luft- und Wasserthiere, indem, wenn auch die Letztern nach Treviranus scharfsinniger Bemerkung, nicht das Wasser riechen, sondern die in ihm gelöste Luft, gleich wie sie dieselbe und nicht das Wasser in den Kiemen athmen, dennoch bei uns der Begriff einer aus dem tropfbar flüssigen Medium entnommenen Geruchsempfindung, mit dem Begriffe des Geschmackes nothwendig zusammenfliesst. Wir bezeichnen daher nach Carus Vorgange diese Art des Riechens in und durch das Wasser mit den Namen Wittern, zum Unterschiede von dem Riechen in und durch die Luft. Das Wittern ist also gleichsam ein Schmecken in Distanz, und die Witterungsorgane bilden ein eben so merkwürdiges Mittelglied zwischen den Geschmaks- und Geruchsorganen, wie die Palpen zwischen den Fühl- und Schmeckorganen.

A. Riechorgane der niedern Thiere.

1. Weichthiere.

Die ganze unabsehbare Reihe der Pflanzen- und Weichthiere biethet uns kein Organ dar, dem eine Geruchsempfindung mit einigem Rechte, ja nur mit einiger Wahrscheinlichkeit zugeschrieben werden könnte, wenn man die Spuren einer Geruchsperception, die bei ihren höhern Ordnungen z. B. bei den Sepien schon Aristoteles, und den Schnecken bereits Swammerdam bemerkt hat, nicht mit einigen Naturforschern entweder ihrer ganzen, weichen, schleimigen Hautdecke, oder ihren Kiemen, oder ihren Fühlfäden, freilich ohne alle haltbare Nachweisung zuschreiben will.

2. Gliederthiere.

Bei den Gliederthieren tritt mit der vorherrschenden Athmung der Geruchssinn plötzlich mit grosser Bestimmt-

heit und Schärfe auf, indem sie durch gewisse Riechstoffe mächtig angezogen, durch andere aber weithin verscheicht werden. Der Sitz dieser auffallend scharfen Geruchsempfindung ist aber bis heut zu Tage der Gegenstand des eifrigsten Forschens und des verschiedenartigsten Vermuthens geblieben; indem von Einigen (wie von Baster, Cuvier, Duméril) die Luftlöcher oder Stigmen, von Vielen (mit Réaumur, Rössel u. a.) die Antenen oder die Palpen (wie von Serres, Bonnsdorf und Knoch), von Andern aber andere eigenthümliche Organe am Kopfe, als Geruchswerkzeuge angesprochen worden sind. Die Analogie würde darauf hinweisen die Stigmen, als Eingänge zu den *Athmungsorganen* für den Sitz des Geruches anzusehen, wenn nicht die Fische einen deutlichen Beweis liefern würden, dass das Riechorgan vom Athmungsorgan auf das Bestimmteste getrennt sein könne, und die Versuche von Huber, denen zu Folge Bienen auf deren Stigmen eine starkriechende Substanz z. B. Terpentinöl gebracht wurde, keine Empfindungsäusserung zu erkennen gaben, die aber unverkennbar eintrat, sobald diese Flüsssigkeit in die Nähe ihres Rüssels kam, obige Meinung wankend gemacht hätten. Was die Antennen anbelangt, so scheint ihre Lage vor den Augen, ihr blättriger Bau (besonders bei mehreren Käfern) und ihre mit dem Geruche fast parallel steigende Entwicklung (Meckel) dafür zu sprechen, dass sie zum Geruchssinne in einiger Beziehung stehen könnten; jedenfalls machen es die über sie schon gemachten Bemerkungen wahrscheinlich, dass sie mehr als blosse Tastorgane sind; übrigens ist die Analogie nicht ausser Acht zu setzen, die zwischen ihnen und den fühlhörnerähnlichen, gestielten Witterungsorganen des Froschfisches (Lophius piscatorius) bestehet, und noch weiter bis auf die Rüssel mancher Säugethiere ausgedehnt werden könnte, als Organe, die ebenfalls sowohl den Tast- als Riechsinn in sich vereinen. Die Palpen haben als Kieferorgane gewiess eine andere Bedeutung und höchst wahrscheinlich eine, zum Geschmacke nähere Beziehung. Nebstdem hat man aber noch eigenthümliche Organe am Kopfe der Gliederthiere entdeckt, die mit grösserem Wahrscheinlichkeitsrechte für Ge-

ruchsorgane angesehen werden. Ihre Zahl beschränkt sich aber nur auf wenige Gattungen, die sich aber sämmtlich durch Schärfe des Geruches vorzüglich auszeichnen. Unter den Krustenthieren entdeckte Rosenthal beim Flusskrebs und dem Hummer (Cancer Astacus et Gammarus) in der Wurzel der kleinern Fühlhörner eine Höhlung, die sich mit einer kleinen, mit Borsten besetzten Mündung nach Aussen öffnet und eine feine Membran, nebst einem muschelförmigen Körperchen enthält, als wahrscheinliches Organ des Geruches. Unter den Insekten fand derselbe Forscher bei der Schmeissfliege (Musca vomitoria) am Vordertheil des Kopfes ein zartgefaltetes Häutchen mit zwei anhängenden Fühlkölbchen, das er als Sitz des Geruches betrachten zu müssen glaubt. Ganz ähnliche Gebilde beobachtete Kirby beim Todtengräber (Necrophorus vespillo) und andern scharfriechenden Käfern, und Carus beim Heupferd (Gryllus verucivorus) nebst zwei dahinter befindlichen Kölbchen des Hirnknotens. Diese aus einer feinen, faltigen Membran bestehenden Organe können mit um so grösserer Wahrscheinlichkeit als Geruchsorgane angesehen werden, als sie mit den eben zu beschreibenden Witterungsorganen der Fische in Bezug der Bildung und Lage eine unverkennbare Analogie besitzen.

B. Riechorgane der höhern Thiere.

Erst in den höhern Thieren erringt sich das Riechorgan einen constanten Sitz und bestimmte Gestaltung, und behauptet sie durch alle ihre Reihen, in regelmässiger Stufenfolge fortschreitend zu seiner höchsten Entwicklung.

1. Fische.

Die unterste Klasse der Wirbelthiere, die Fische, zeigen uns das Riechorgan in seiner einfachsten Form, das natürlich, da sie sämmtlich Wasserthiere sind, nur in der Bedeutung eines Witterungsorgans stehen kann. Es besteht in zwei, muschelförmig ausgehöhlten Gruben zu beiden Seiten des Ober-

kiefers, die mit einer zierlich gefalteten Schleimhaut ausgekleidet sind, hinter welcher sich die ganglienförmig angeschwollenen Riechnerven mit äusserst zarten Fasern ausbreiten. Das Witterungsorgan der Fische steht noch in keiner Verbindung mit den Athmungsorganen, indem sich die hintern Nasenlöcher noch nicht in die Mundhöhle geöffnet haben; nur der Inger (Myxine glutinosa) macht hievon die einzige, und um so merkwürdigere Ausnahme, da gerade bei ihm, dem niedrigsten Fische, der sogar lange Zeit für einen Wurm gehalten wurde, sich der einfache, aus knorpligen Ringen wie eine Luftröhre zusammengesetzte Nasengang oder Spritzloch wirklich in den Rachen öffnet. Ein ähnlicher einfacher Nasenkanal findet sich in den Lampreten (Petromyzon marinus et fluviatilis) vor, der sich jedoch zwischen dem harten Gaumen und der Gaumenschleimhaut mit einem blinden Sacke endigt. Bei allen Uibrigen sind die Witterungsorgane doppelt vorhanden und auf die früher erwähnte Weise gestaltet, jedoch mit mannigfaltigen Modificationen. Vorzüglich merkwürdig sind die becherförmigen, von einem beweglichen Stiel getragenen Witterungsorgane des Froschfisches (Lophius piscatorius) als Gebilde, die die muthmassliche Verbindung des Tast- und Riechsinnes in den Fühlhörnern der Gliederthiere hier in Wirklichkeit darstellen, da die Witterungsorgane hier auf ähnliche Weise von Fühlhörnern getragen werden, wie die Augen der Schnecken. Die Witterungshöhlen sind mitunter ziemlich klein (wie z. B. im Aal), oft aber bedeutend gross (wie bei den Rochen und Hayfischen). Oft sind sie mit einer beweglichen Cirkelklappe umgeben, meistens aber durch einen Querriegel beiderseits in zwei Oeffnungen getheilt, durch welche das Wasser aus- und einströmt. Um ihre Fläche zu vermehren legt sich die Schleimhaut der Witterungsorgane in Falten von mannigfacher Anordnung: sie liegen entweder paralell neben einander, wie die Kiemenblätter (so bei Myxine und Petromyzon), oder bilden eine Querleiste, an die sich paralelle Aeste anreihen (so bei den Rochen und Hayen), oder sie laufen von einem Mittelpunkte wie Radien zur Peripherie (so in den meisten Gräthenfischen), die sich manchmal noch in sekundäre Seitenfältchen verzweigen (wie z. B. im Stöhr).

2. Amphibien.

Eigentliche Riechwerkzeuge bilden sich erst bei den Amphibien, indem ihre Nasengänge die obere Gaumenwand durchbohren und so mit den Athmungsorganen in ununterbrochene Communication treten. Hier erst verhält sich der Riechsinn zur Lunge, wie der Schmecksinn zum Magen, indem die Qualität des eintretenden Luftstroms eben so durch die Riechhaut der Nasengänge wahrgenommen wird, wie durch die Fühlorgane am Munde (Palpen) und Schmeckorgane im Munde (Zungen) die Qualität der eingehenden Nahrung. Mit dieser höhern Bedeutung des Riechorganes der Amphibien ist auch seine höhere organische Ausbildung gegeben. Am einfachsten ist es bei den eigentlichen, mit Lungen und Kiemen versehenen Amphibien, den Proteiden. Es stellt hier bloss einen kurzen und glatten Doppelkanal dar, der bei der Sirena lacertina bloss die fleischige Oberlippe durchbohrt, beim Proteus anquineus aber schon durch die Knochen geht und mit einer faltigen Schleimhaut ausgekleidet ist, wie bei den *niedern* Fischen. Fast eben so einfach und kurz sind die Nasen*kanäle* der Frösche und Salamander; ihre vordere Oeffnung ist mit einer muskulösen Klappe eingefasst, die beim Athmen lebhaft, wie ein Augenlied, auf- und zugeschlossen wird, um den Austritt der Luft zu verhindern, die hier wegen Mangel der Rippen geschluckt werden muss; die hintern Nasenlöcher befinden sich ganz nahe dem Oberkieferrande. Eben so verhält sich der Verlauf der Nasenkanäle bei den Schlangen, nur ist ihre Höhle mehr erweitert und die Klappen wenig ausgebildet. Noch besser entwickelt ist das Riechorgan der Schildkröten; ihre vordern Nasenlöcher verlängern sich durch knorplige rüsselartige Ansätze, die Klappen derselben treten wegen der Verwachsung der Rippen zu dem harten Rückenschilde wieder mehr hervor, die Nasenhöhle wird weiter und länger, so dass sich die hintern Nasenlöcher schon in der Mitte des harten Gaumens öffnen und die Falten der Riechhaut schon einige mehr vorspringende Platten bilden können. Noch geräumiger sind die Nasenkanäle der Eidechsen und besonders beim Krokodile, wo ihr ge-

meinschaftlicher hinterer Ausgang sich am hintersten Ende des langen Oberkiefers befindet und im erwachsenen Thiere 8—12 Zoll von dem vordern entfernt ist; auch erhalten hier die Falten der Riechhaut zuerst eine feste Grundlage in zwei dünnen röhrenförmigen Knochen den ersten Rudimenten der knöchernen Nasenmuscheln. Die Riechnerven verhalten sich im Allgemeinen bei allen diesen Gattungen, wie bei der vorigen Klasse: sie verlaufen noch durch zwei Löcher des zu einem einfachen Knochen verwandelten Siebbeins ungetheilt bis zu den Falten der Riechhaut, wo sie eine gangliöse Anschwellung bilden und sich in viele, zarte Fasern zerästeln.

3. Vögel.

Entsprechend der vorherrschenden Athmung ist auch das Riechorgan der Vögel bedeutend entwickelt. Die Nasenhöhlen sind geräumiger, ja nach Scarpa verhältnissmässig zum Schädel mehr erweitert, als in jeder anderen Thiergattung, werden aber kürzer, da sich die vordern Nasenlöcher nahe der Schnabelwurzel befinden. Die Klappen fehlen an denselben wegen der ausgezeichneten Beweglichkeit des Thorax. Die Falten der Riechhaut werden von drei muschelförmigen Knorpeln getragen, von denen der mittlere vorzüglich entwickelt und mannigfach gewunden ist; in manchen Gattungen (z. B. in dem Pfefferfresser, Nashornvogel und der Schnepfe) fangen sie bereits an zu verknöchern. Die Nasenscheidewand ist ebenfalls theils knorplig theils knöchern und in den Sumpf- und Wasservögeln den Nasenlöchern gegenüber durchbohrt. Nach innen öffnen sich die Nasengänge mit einer gemeinschaftlichen Längenspalte der Stimmritze gegenüber. Was die Riechnerven betrifft, so treten sie auch hier noch durch kein eigentliches Siebbein sondern durch zwei besondere Löcher in die Augenhöhle und verlaufen zu den obern Nasenmuscheln, in deren Schleimhaut sie sich verzweigen. Sie sind der Entwicklung der Nasenmuscheln paralell am stärksten bei den Sumpfvögeln, weniger bei den Schwimm- und Raubvögeln, am schwächsten bei den Körnerfressern.

4. Säugethiere.

Ein ungleich grosses Uibergewicht erhält das Riechorgan der Säugethiere nicht nur über das der übrigen Thiere, sondern selbst des Menschen durch eine sehr bedeutende Erweiterung seiner Haupt- und Nebenhöhlen, eine ausserordentliche Vergrösserung der Riechhaut und der Riechnerven und eine vollkommenere Bildung der äusseren Nase. Erst hier tritt ein wahres Riechbein auf, das früher bloss als ein Knochenring oder Knochenplatte erschien, und verschliesst einerseits mit seiner Siebplatte die vordere Oeffnung der Schädelhöhle, und vergrössert anderseits durch seine labyrintischen Zellen den Flächenraum der Nasengänge. Der schon an sich, besonders aber bei den Herbivoren bedeutende Raum der Nasenhöhlen vergrössert sich noch durch die anstossenden Nebenhöhlen, die Kiefer- Keilbein- und Stirnhöhlen, von denen die letztern eine oft ungeheuere Ausdehnung erhalten: so dringen sie beim Rind, Schaf und der Gazelle bis in die Zapfen der Hörner, beim Schwein bis in das Hinterhauptbein, beim Elephanten sogar bis in die Gelenkshügel desselben [1]). Die Nasenmuscheln erhalten einen so hohen Grad von Ausbildung, dass dagegen selbst die Nasenmuscheln des Menschen nach *J. Müller's* Ausdrucke als blosse Rudimente erscheinen. Eine bemerkenswerthe Verschiedenheit ihres Baues biethen sie bei den Pflanzen- und fleischfressenden Thieren dar. Bei den Ersteren ist die Spiralwindung ihre Grundform, die am einfachsten dargestellt wird, indem sich das meistens bedeutend lange Knochenblatt wie eine Papierrolle mit dem freien Rande nach unten windet (so z. B. beim Schweine, Pferde und a.). Oft ist aber die Spiralwindung doppelt, indem sich die, am aufsitzenden Rande einfache Knochenplatte in zwei Blätter

[1]) Die Nebenhöhlen stehen zum Riechsinne in einer sehr entfernten Beziehung und scheinen vielmehr zunächst nur das Gewicht der Kopfknochen zu vermindern. Sie fehlen dem neugebornen Thiere und Menschen, und bilden sich, wie alle Knochenhöhlen, erst später durch Aufsaugung. Sie sind den Knochenzellen des Schädels bei den Vögeln analog, die auch wenigstens im Oberkiefer von der Nase aus mit Luft gefüllt werden.

theilt, wovon sich das eine nach oben, das andere nach unten rollt (so z. B. beim Schafe, Ziege, Hirsche und a.). Bei den Fleischfressern ist die dychotomische Spaltung der Grundtypus. Die am befestigten Rande einfache Platte spaltet sich in zwei Blätter, deren jedes sich wieder in zwei Plättchen theilet, bis durch fortgesetzte dychotomische Theilung die letzten freien Ränder eine ausserordentliche Anzahl und Feinheit erhalten, und das ganze Gebilde im Querdurchschnitte der Form des Lebensbaumes im kleinen Gehirn ähnlich wird. Uibrigens sind in beiden Fällen die Muschelblätter häufig netzförmig durchbrochen und untereinander durch knöcherne Säulchen verbunden. Alle diese Gebilde werden nun sammt den Zellen des Siebbeins und den verschiedenen Nebenhöhlen von der gefäss- und nervenreichen Riechhaut überzogen, die dadurch eine sehr grosse Ausdehnung in einem relativ sehr kleinen Raume erhält (so z. B. im Seehund wenigstens 120 Quadratzoll nach Roget). Der so bedeutenden Ausdehnung der Riechhaut entspricht die Grösse der Riechnerven; diese bilden zwei kolbenförmige Verlängerungen der vordern Hirnlappen (processus mamillares), die in sich Höhlen einschliessen, welche Fortsetzungen der seitlichen Ventrikel des grossen Gehirns sind. Sie ruhen auf der Siebplatte des Riechbeines, durch deren Löcher sie unzählige Nervenfasern zum obern Theile der Riechhaut hinsenden. Nur bei den Affen haben die Riechnerven eine ähnliche Beschaffenheit wie beim Menschen, und es ist bemerkenswerth, dass sich zugleich ihre Nasenhöhlen bei stark genäherten Augenhöhlen und sehr verkleinertem Riechbein bedeutend verengern. Sehr merkwürdig ist das Verhalten der Riechnerven bei den Fischsäugethieren (Cetacea), wo sie, wenn sie nicht gänzlich fehlen, so sehr obliterirt sind, dass der Streit über ihr Vorhanden- oder Nichtvorhandensein bis heut zu Tage nicht zur Entscheidung gelangen konnte. Mit dem Zurücktreten der Nerven ist eine eben so merkwürdige Abweichung der Riechorgane von dem gewöhnlichen Typus verbunden, wodurch sie bis auf jene Bildungsstufe zurückfallen, die wir bei den niedrigsten Fischen, den Myxinoiden, kennen gelernt haben. Ihre Nasenhöhle oder Spritzloch bildet einen senkrechten Kanal, der vom Rachen aufsteigt

und sich oben am Schädel öffnet. Sein unterer Theil ist mit einer Fortsetzung der Rachenschleimhaut ausgekleidet, die aber in jener Gegend, wo der Gang durch die Nasenscheidewand in zwei Kanäle getheilt wird, plötzlich eine härtliche, trockene Beschaffenheit annimmt. Die beiden äussern oder obern Nasenöffnungen können mittelst halbkreisförmigen muskulösen Klappen verschlossen werden, und erweitern sich über diesen zu zwei ovalen, mit starker Muskelschichte umgebenen Säcken, die sich beide in einer bogenförmigen Hautfalte nach Aussen eröffnen. Das in die Rachenhöhle einströmende Wasser wird durch die Wirkung der Schlundmuskeln, wodurch gleichzeitig der stark vorragende Kehlkopf verschlossen wird, über die Klappen in jene muskulösen Säcke gehoben, und durch deren Contraktion, nach Schliessung der Klappen, mit solcher Kraft durch die Spritzlöcher herausgetrieben, dass der Wasserstrahl nach Cuvier die Höhe von 40 Fuss erreichen und übersteigen kann. Es ist klar, dass bei dieser Bildung und Verrichtung der Riechorgane und der Verkümmerung ihrer Nerven der Riechsinn entweder auf ein *Minimum* oder gar auf Null reducirt sein müsse. — Was *noch die* Bildung der äussern Nase bei den Säugethieren anbelangt, so ist sie bei den Wiederkäuern und Einhufern grösstentheils bloss häutig und bloss an der Spitze mit einem halbmondförmigen Knorpel versehen. Bei den Nagern, Fleischfressern und Affen kömmt sie in Bezug der Zahl und Grundgestalt ihrer Knorpeln mit der menschlichen überein, und unterscheidet sich bei den Letztern nur durch ihre auffallende Kleinheit. Bei den Rüsselthieren bilden die Nasenknorpeln eine vollkommene Doppelröhre, die in ihrer Scheidewand bisweilen verknöchert und auf der knöchernen Nasenöffnung beweglich eingelenkt ist; sie wird beim Schweine und dem Maulwurf von acht, langsehnigen Muskeln bewegt, die beim letztern sämmtlich über den Ohren entspringen und mit ihren Sehnen den Rüssel wie Taue einen Mast umgeben (Cuvier). Die höchste Entwicklung erreicht aber die äussere Nase beim Elephanten. Die Grundlage seines langen Rüssels bilden zwei starke sehnige Röhren, die an ihrer Befestigunsstelle an der knöchernen Nasenöffnung eingeschnürt und von einem

ovalen Knorpel bedeckt sind, hierauf eine Ausbauchung bilden, die sich am Zwischenkieferknochen abermahls verengert (wodurch das Eindringen des, mittelst des Rüssels aufgesogenen Wassers in die Nasenhöhle verhindert wird) und dann einen gleichen Durchmesser behaltend bis zu ihrer Mündung an der Rüsselspitze verlaufen. Die innere Fläche derselben ist härtlich und trocken, überhaupt einer Schleimhaut ganz unähnlich, und daher für die Geruchsempfindung nicht geeignet, die vielmehr bloss auf den in dem knöchernen Theile der Nase eingeschlossenen Raum beschränkt ist. Die äussere Fläche der Nasenröhren ist von einer, an der hintern Fläche stärkern Muskelschichte umgeben. Diese besteht aus vielfachen und mannigfach verbundenen Fleischbündeln, deren Anzahl sich nach *Cuvier* auf 30—40,000 belaufen kann, und die sich ihrer Richtung nach auf zwei Formen reduciren lassen, nämlich Längen- und Quermuskeln. Die Erstern laufen unter einander und mit der Achse des Rüssels paralell, und zerfallen in eine Menge kleiner, durch sehnige Einschnirungen abgetheilter Muskelbündel; sie verkürzen und biegen den Rüssel sowohl in der ganzen Länge als in seinen einzelnen Abtheilungen in jeder möglichen Richtung. Die Quermuskeln verlaufen excentrisch von den Röhren zur äussern Haut, sich mit den vorigen kreuzend; sie ziehen natürlich die äussere und innere Rüsselwandung gegeneinander, wodurch einerseits Verengerung und Streckung des Rüssels bewirkt, anderseits aber das Zusammendrücken der Röhren verhindert wird. Zwei sehr starke Äste aus den Geflechten des Infroorbitial- und Facialnerven verbreiten sich in der Muskelschichte und der Hautdecke des Rüssels, im selben die motorisch-sensitive Kraft verbreitend. Durch diesen bewunderungswürdigen Bau werden die Aussenwerke des Riechsinns zu einem eben so mächtigen und geschickten Ingestions- und Greiforgane als empfindlichen und freien Tastorgane verwandelt, und die schon früher vorgekommene Verbindung des Riech- und Tastsinnes auf eminente Weise im Grossen wiederholt.

Vergleichen wir endlich das Riechorgan des Menschen mit demselben der Säugethiere, so finden wir, dass ersteres vom letztern nicht nur in Bezug seiner Entwicklung und Bildung, sondern auch der Schärfe und Feinheit

seiner Empfindung bei weitem übertroffen werde. Der Riechsinn ist im Sinnesleben der Säugethiere gleichsam der höchste Gipfelpunkt, vor dem die höhern und niedern Sinne sämmtlich zurücktreten, beim Menschen hingegen der indifferente Mittelpunkt, von dem sie sich in beiderseitiger Richtung höher entwickeln. Aber der Grund dieses scheinbaren Zurücktretens ist eben nur eine Folge der höhern Bedeutung und Stellung des Menschen; denn während die Riechnerven des Menschen im Verhältniss zu denselben in den Säugethieren so zu sagen verkümmern, wird einerseits ihre zu starke Einwirkung auf das Gehirn gebrochen, und mit dieser die mächtige Reaktion, die durch den Geruch, als den Athmungssinn, in dem überwiegenden Blutsysteme der Thiere angeregt wird, und sich in den entgegengesetzten Richtungen des wild erregten Blutlebens ausspricht als Zeugungstrieb und Mordlust; anderseits werden aber durch den Rücktritt der Riechnerven die Hemisphären des grossen Gehirns frei von der Bedeutung blosser Riechnervenganglien (für welche sie nach *Carus* bei den Thieren angesehen werden müssen), und entwickeln sich zur Krone des Organismus, zum Seelenorgane, das im harmonischen Einklange die Gesammtheit aller Lebensverrichtungen beherrschet [1].

IV. Gehör.

Entfremdet der Auffassung des Materiellen, das als palpabler Körper und als Schmeck- und Riechstoff das Objekt der bisher betrachteten Sinne gewesen, tritt als erster animaler Sinn das Gehör auf, das specifische Empfindungsvermögen die innern Schwingungen der Körper, die dem Fühlsinne als Erzitterung, dem Gesichte als Bewegung erscheinen, als Schall und Töne wahrzunehmen. Die höhere dynamische Bedeutung des Hörsinnes drückt sich im Organischen dadurch

---

1. Merkwürdig in dieser Beziehung ist die stärkere Entwicklung der Nasenhöhlen und Riechnerven beim Neger (nach *Harwood*) im Verhältniss zu der geringen Entwicklung der Hirnhemisphären (nach *Sömering*).

aus, dass der wesentlichste Theil des Hörorgans, das Labyrinth, einerseits als eine unmittelbare Ausstülpung des Gehirns als Hörblase entstehet, und sich anderseits mit keinem vegetativen Systeme in eine innige Verbindung setzt, wie es bei den niedern Sinnen der Fall gewesen. Seine specifische Thätigkeit ist in seiner specifischen Bildung begründet, als deren wesentliche Elemente angesehen werden müssen: 1. Eine zarte blasenförmige Ausbreitung des Hörnerven, 2. eine zarte, Erzitterung leidende, eistoffige Masse, von dem blasenförmigen Nerven theils umschlossen, theils denselben umfliessend und 3. knöcherne oder krystallinische harte Anlagerungen, durch Gegensatz die Schwingungen verstärkend. Wie nun das Hörorgan theils durch immer steigende Durch- und Ausbildung dieser Elementartheile, theils durch Hervorbildung anderer, heterogene Erschütterungen abwehrenden und homogene Schwingungen zuleitenden Apparate zu immer grösserer Vollkommenheit fortschreitet, wird nun Gegenstand der folgenden Darstellung.

A. Hörorgane der niedern Thiere.

1. Weichthiere.

Erst in der höchsten Ordnung der Weichthiere, in den Sepien, tritt die erste Urform des Hörorgans auf, und zeigt in ihrer Einfachheit am reinsten die erwähnten Elemente.[1]). In dem ringförmigen Kopfknorpel, dem ersten Rudimente des Schädels, befinden sich im untern oder Kie-

[1]) In der jüngsten Zeit wurde von *Siebold* bei einigen Muscheln, von *Pouchet* bei einer Wasserschnecke (*Limnaea*) und von *Eidoux* und *Souleyet* bei einigen Kracken (*Pterotrachea* und *Atalanta*) in der Nähe des Hirnknotens ein Organ entdeckt in Gestalt eines runden, fast durchsichtigen Körperchens, das von der Leibesmasse sehr abstach und mit dem Hirnknoten durch einen Nervenfaden zusammenhing. Es ist wahrscheinlich das erste Rudiment des Hörorgans im Thierreich. (*Müllers* Archiv 1838 1. Heft.)

8

ferbogen zwei kleine Höhlen, in denen zwei galertartig-häutige Säckchen eingeschlossen sind, in denen sich die beiden Hörnerven, hier blosse Zweige des Schlundringes, verbreiten. Die Säckchen sind äusserlich mit einer Flüssigkeit umgeben und innerlich gefüllt, und enthalten kleine knöcherne Concremente, die sogenannten Hörsteine. Diese Urform des Hörorgans entspricht offenbar dem häutigen Labyrinthe und besonders dem Vorhofe desselben in den höhern Thieren, dem wesentlichsten Theile des innern Ohres, und wir werden sehen, *wie* das Hörorgan von der Urform einer Nervenpapille bis zu seiner höchsten Entwicklung fortschreitet, so dass die stufenweise Steigerung der Bildung durch wiederholte Gliederung fast nirgends deutlicher und regelmässiger sich darstellet, als eben hier.

2. Gliederthiere.

In der ungeheuern Reihe der Gliederthiere ist es allein der Krebs, bei dem ein Hörorgan mit Bestimmtheit nachgewiesen werden kann. Es hat im Wesentlichen dieselbe Bildung wie bei den Sepien, nur dass es bereits der *Aussen*fläche näher rückt, und von zwei an der Grundfläche der grössern Fühlhörner gelegenen knöchernen Cylindern eingeschlossen ist, die bereits nach aussen geöffnet und mit einer straffen Membran verschlossen sind. Der Hörnerve ist hier ein Zweig des Fühlhornnervens. Es ist bemerkenswerth, dass hier die steinigen Concremente im Innern des Säckchens verschwinden sobald sich dessen äussere Fläche mit einer harten Wandung umgeben hat. Offenbar entspricht der Cylinder der knöchernen Wandung des Labyrinths, und seine Öffnung dem Vorhofsfenster.

Uiber die Hörorgane der Insekten wissen wir bis heut zu Tage nichts Bestimmtes, obwohl es keinem Zweifel unterliegt, dass sie Gehör besitzen, da sie durch Geräusche angelockt und verscheucht werden, und einige derselben bereits Töne hervorzubringen vermögen. Was *Comparetti* für Gehörorgane gehalten, waren nach *Meckel* blosse Luftlöcher. Die von *Treviranus* bei der Schabe (Blatta orient.) entdeckte, einem Trommelfell ähnelnde Stelle zwischen dem Au-

ge und der Basis der Antenne fand *Carus* nicht bei den noch schärfer hörenden Heuschrecken. Die elastische Membran, welche die Einlenkung der Antenne am Kopfe vermittelt, und durch die Bewegungen der letztern angespannt und erschlafft werden kann, und von *Carus* für das hypothetische Hörorgan angenommen wird, bleibt es auch wie alle früher genannten Gebilde. Was endlich die Fühlhörner selbst anbelangt, denen nebst so vielem Andern auch noch die Gehörfunktion aufgebürdet worden ist, so spricht nebst ihrer, zur Gehörperception höchst ungeeigneten Gestalt und Bildung, noch der Umstand dagegen, dass sie den scharf hörenden Spinnen fehlen, hingegen aber das Gehör nicht verloren gehet, wenn sie andern Insekten abgeschnitten werden (*Roget*).

B. Hörorgane der höhern Thiere.

1. Fische.

Einen merkbaren Fortschritt in seiner Ausbildung macht *das* Hörorgan der Fische, indem sich an die verhältnissmässig grössere und mehrere Hörsteinchen enthaltende Hörblase, wie wir sie bei den Sepien gefunden, die halbcirkelförmigen Kanäle ansetzen, um von hier aus bis zum Menschen ein constantes constituirendes Glied des Hörapparates zu bleiben. Sehr merkwürdig ist ihr stufenweises Auftreten ihrer Zahl nach. So findet sich bei der Myxine nur ein einziger vor (von Retius entdeckt), bei Petromyzen bereits zwei (nach J. Müller), bis endlich ihre Zahl auf drei steigt, um bei den übrigen Fischen und die ganze Thierreihe hindurch constant zu bleiben. Eben so constant als ihre Zahl ist ihre gegenseitige Stellung: der vordere wölbt seinen Bogen von vorn nach hinten, der Hintere (dessen vorderer Schenkel sich mit dem hintern des vorigen zu einem gemeinschaftlichen Säulchen verbindet) gehet von innen nach aussen, der dritte Aeussere liegt in horizontaler Ebene diagonal zwischen beiden Vorigen. Der häutige, mit Eiweissflüssigkeit gefüllte Sack ist bei den Knorpelfischen mit freien Kiemen (z. B. Stöhr, Froschfisch u. a.) einfach und schlicht, bei den übrigen Gattungen aber zerfällt er durch eine Einschnür-

rung in zwei Abtheilungen, eine obere, welche die halbkreisförmigen Kanäle aufnimmt (alveus communis) und eine kleinere untere, die das grösste Hörsteinchen enthält, deren es gewöhnlich drei giebt, wovon die zwei kleinern im obern Theile des Sackes liegen. Einen merkwürdigen Unterschied rücksichtlich seiner Lage biethet das Hörorgan bei den Fischen mit freien und festsitzenden Kiemen, denn während es bei allen Gräthenfischen und freikiemigen Knorpelfischen frei in der Schädelhöhle zwischen dem Hirn und der Schädelwand liegt, mit dem erstern durch den kurzen Hörnerven, mit der letztern bloss durch Zellgewebe und einige knöcherne Klammern verbunden, ist das Hörorgan der Knorpelfische mit verwachsenen Kiemen ganz in die knorplige Schädelwand eingebettet. Der Bau des häutigen Labyrinths ist hier wesentlich derselbe, nur die Hörsteinchen nehmen an Consistenz ab und werden stärkeartig[1]. Merkwürdig sind die, mit dieser Bildung auftretenden Andeutungen eines äussern Gehörgangs wie sie bei den Hayen und Rochen (Squalus und Raja) vorkommen. Bei den Erstern setzt sich nämlich die Höhle des knorpligen Vorhofes durch eine Oeffnung im obern Hinterhauptstheile des Schädels bis unter die Haut fort; bei den Letztern aber gehet zugleich ein blinder Fortsatz des häutigen Labyrinths durch diesen Kanal, der bei beiden äusserlich durch eine dünne Haut verschlossen ist, ein Analogon der Schliessmembran des Vorhofsfensters. Während die Tendenz der Hörblase, sich nach aussen zu öffnen, bei den höhern Knorpelfischen deutlich hervortritt, bemerken wir bei einigen Gräthenfischen, eine eben so merkwürdige Tendenz der Hörblase sich mit dem, der Lunge analogen Luftorgane derselben, der Schwimmblase, zu verbinden. Diese bedeutungsvolle Verbindung (von E. H. Weber entdeckt) wird auf zweifache Weise bewerkstelligt, indem 1. blasenartige Aeste der Schwimmblase durch eigene Kanäle der Hinterhauptsknochen zu der Hörblase aufsteigen

[1]) Uiberhaupt stehet in der ganzen Thierreihe die Consistenz der Ablagerungen in und an der Hörblase, oder der Hörsteinchen zu den festen Wandungen des Labyrinths überall im umgekehrten Verhältnisse.

um sich mit derselben in unmittelbare Verbindung zu setzen (so bei den Häringen, Clupea, bei Boops, Sargus), oder die Verbindung geschieht 2. mittelbar, durch eine Kette von beweglich artikulirten Knöchelchen, die jederseits an den obersten Rückgratswirbeln liegen (so im Karpfengeschlecht bei Ciprinus, Filurus, Cobitis). Diese gleichsam im Rohen dargestellte Verbindung des ersten Rudiments des Stimmorgans mit dem Hörorgane hat in diesen Wasserthieren dieselbe Verrichtung, wie die Paukenhöhle mit ihren einzelnen Gebilden in den Luftthieren, nämlich die, dem Drucke des umgebenden Mediums proportionirte, und nach der Stärke der anprallenden Schallwellen *regulirte* Spannung der Hörblase [1]).

2. Amphibien.

Die Tendenz des Hörorgans, sich immer mehr in sich selbst und nach aussen zu entwickeln, schreitet in der Klasse der Amphibien nach der Stufenfolge ihrer Gattungen weiter, indem einerseits zu dem Labyrinthe das dritte Glied, die Schnecke hinzutritt, und anderseits sich nun dasselbe mit einer oder zwei Oeffnungen, dem Vorhof- und Scheckenfenster, nach aussen mündet, und überdiess zwischen das Labyrinth und die äussere Ohröffnung sich eine, von der Rachenhöhle aufsteigende Lufthöhle einschiebt, die Trommelhöhle mit der Eustachischen Trompete. Im allgemeinen lässt sich (nach *Müller*) bemerken, dass alle nackten Amphibien noch keine Schnecke und nur das Vorhofsfenster, hingegen alle Beschuppten sowohl dieses als mit der Schnecke das Schneckenfenster besitzen, während sowohl unter Erstern als Letztern Gattungen mit und ohne Trommelhöhle vorkommen.

Unter den Unbeschuppten schliesst sich das Hörorgan der Molche (*Oken*) (der Cöcilien, Proteiden, Derotreten, Salamandrinen) zunächst an die Bildungsstufe in den Knorpelfischen. Es hat ganz dieselbe Bildung und Lage in den Seitenwänden des Schädels; doch öffnet sich die, dasselbe einschlies-

---

[1]) Mehreres über die sinnreiche Bedeutung und neu aufgeklärte Verrichtung dieser Theile nachzusehen in *Carus* Syst. der Physiologie. Bd. III. pag. 281 u. w.

sende Höhle noch mit einer weiten Mündung in die Schädelhöhle, und anderseits wird die Oeffnung des Labyrinths nach aussen, die dem Vorhoffenster entspricht, noch mit einer, der Steigbügelbasis analogen Knorpelplatte verschlossen und überdiess von einer Muskelschichte und der äussern Haut bedeckt. Bei den Batrachiern behält das Labyrinth dieselbe Bildung wie bei den Molchen, aber die bei diesen noch vorhandenen Hörsteinchen zerfallen hier in eine ungeheuere Menge mikroscopischer Kalk-Krystalle, die, in der Flüssigkeit suspendirt, die sogenannte Kalkmilch darstellen. Aber ein neuer Theil fügt sich hier an die Aussenseite des Labyrinths an, nämlich die Paukenhöhle, die in ihren Wandungen noch häutig und hinter dem Gelenkfortsatz für den Unterkiefer gelegen ist. Sie mündet sich nach innen mittelst eines kurzen aber ziemlich weiten Kanals, der Eustachischen Ohrtrompete, in die Rachenhöhle und ist nach aussen durch ein senkrechtes Trommelfell geschlossen, das hinter dem Kiefergelenk völlig an der Oberfläche gelegen und mit der äussern Haut überzogen ist. Das in die Paukenhöhle geöffnete Vorhoffenster ist mit einem platten, in einen dünnen Stiel auslaufenden Gehörknöchelchen bedeckt, dessen äusseres Ende sich in das Trommelfell einsenkt. Neuere Untersuchungen haben gelehrt[1]), dass, so wie die Paukenhöhle selbst aus einer im Fötalleben immer vorhandenen Kiemenhöhle entstehet, so auch die Gehörknöchelchen sich durch Metamorphose eines ursprünglichen Kiemenbogens hervorbilden, und hieraus wird es klar, warum (wie schon Scarpa bemerkte) überall mit der Paukenhöhle auch die Ohrtrompete, als die innere Kiemenöffnung, vorkommen müsse, und warum (worauf Carus aufmerksam machte) die letztere gerade in den Fröschen und Kröten, wo sie zuerst in der Thierreihe auftritt, relativ am weitesten, gleichsam als die noch wenig geschlossene innere Kiemenspalte angetroffen wird[2]). Als Annäherung an tiefere

---

[1]) *Günther:* Diss. de cavitatis tympani et partium adhaerentium genesi in hominibus. Dresd. 1838.

[2]) Es ist daher die Paukenhöhle der in der Luft lebenden Wirbelthiere anzusehen als eine Kiemenhöhle, welche die Athemfunktion

und höhere Bildungsstufen muss es betrachtet werden, dass der Gattung Bombinator (Feuerkröte) die Paukenhöhle gänzlich fehlt, so wie den Molchen, hingegen in der Gattung Pipa (Surinamische Kröte) ganz von knöchernen Wandungen eingeschlossen ist, so wie bei den Schildkröten, die, wie in ihrer ganzen Bildung so auch im Ohre die grösste Analogie zeigen mit den höhern Gattungen der Kröten, und eigentlich ihrem ganzen Wesen nach nichts anderes sind, als in ein Hornschild eingeschlossene Kröten, wie schon der gemeine Sprachgebrauch ganz richtig bezeichnet. Die beschuppten Amphibien besitzen sämmtlich ein Schneckenrudiment und zwei Oeffnungen des Labyrinths; aber auch hier zeigt sich *kein plötzliches* Auftreten dieser Bildung sondern ein *allmähliges* Hervorgehen aus den vorigen Bildungsstufen. So mangelt den Schlangen die Paukenhöhle und Trompete gänzlich; ihr Vorhoffenster ist mit einem langestielten Knöchelchen (columella) verschlossen, dessen Stiel sich zwischen den Kiefermuskeln verliert, die in Verbindung mit der Haut die Aussenseite des Ohres bedecken; die Schnecke ist noch ein höchst unvollkommenes Rudiment. Einen merkwürdigen Uibergang zu den höhern Bildungen zeigt die Gattung der schlangenartigen Eidechsen oder eidechsenartigen Schlangen, der Schleichen (Oken); hier gibt es nämlich Arten, die ganz dieselbe Bildung zeigen wie die eigentlichen Schlangen (z. B. Amphisbaena, Chirotes), und wieder andere, die eine Paukenhöhle nebst einer kurzen und weiten Ohrtrompete besitzen, wie die Frösche und Kröten; jedoch ist noch (nach Scarpa) bei einigen das Trommelfell von Muskeln und Haut überzogen, bei den meisten aber frei nach aussen sichtbar (z. B. Pseudopus, Ophisaurus und a.) In der obersten Ordnung der Amphibien endlich, in den eigentlichen Eidechsen, erreicht das Hörorgan den höchsten Grad dieser Bildungsstufe, und zwar am ausgezeichnetesten wieder in der obersten Gattung dieser Ordnung, nämlich im Kroko-

aufgegeben, die Kiemenhöhle der Fische dagegen, als eine Paukenhöhle, welche die Athmenfunktion beibehalten und weiter in sich ausgebildet hat.

dil. An das hier genau von Knochen umschlossene Labyrinth schliesst sich deutlicher als in allen Gattungen der beschuppten Amphibien ein leichtgebogener, hornförmiger Ansatz, dessen Inneres durch eine knorplige Scheidewand in zwei Gänge getheilt wird, deren einer frei in den Vorhof, der andere aber durch ein kleines, mittelst eines Häutchens verschlossenes Loch in die Paukenhöhle sich mündet. Es ist nicht schwer in diesem Gebilde die Primitivform der Schnecke sammt ihren wesentlichen Theilen zu erkennen. Die von knöchernen Wandungen ganz umschlossene Paukenhöhle gehet nach innen in eine bereits engere und längere Ohrtrompete über, und ist nach aussen von einem dünnhäutigen Trommelfell verschlossen, in welches das längliche, nur aus einem einzigen Stücke bestehende Hörknöchelchen (columella) mit seinem dünnern Ende eingefügt ist, während seine ovale Basis in dem Vorhoffenster ruht. Es ist eine eben so bestimmte Wiederholung früherer Formen, wenn sich beim Chamäleon die Haut- und Muskelschichte über das Trommelfell fortsetzt, als es ein hier überraschendes Anschliessen an höhere Formen ist, wenn beim Krokodil zwei lippenförmige Hautwülste sich um das Trommelfell legen, die dasselbe so umschliessen und decken, wie die Lieder das Auge; sie sind das erste Rudiment einer Ohrmuschel. Der Hörnerve, der in den Fischen noch so sehr mit dem 5. Paare verschmolzen ist, dass er als ein Ast vom Kiefernerven abtritt (welcher dem Schlundringe der niedern Thiere entspricht, von welchem bei den Sepien ebenfalls die Hörnerven ausgingen), ist bei den Amphibien bereits ein gesonderter Hirnnerve, und vertheilt sich theils im Säckchen des Vorhofs, theils in den Ampullen der Bogengänge.

3. Vögel.

Das Hörorgan der Vögel kömmt mit demselben der Krokodile im Wesentlichen überein, jedoch mit Beibehaltung gewisser Eigenthümlichkeiten, die als neue Fortschrittsmomente nicht hintangesetzt werden dürfen. Obwohl im Ganzen mit einer spongiœsen Knochensubstanz umgeben, sind dennoch die eigentlichen Knochenwandungen des, im Verhältniss

zum Schädel sehr grossen Labyrinths, ausgezeichnet hart und compakt. Die Bogengänge besitzen hier eine eigene gegenseitige Stellung; während nämlich der eine senkrecht gestellt von vorn nach hinten verlauft, liegt der zweite horizontal mit gleichem Verlaufe und kreuzt sich vollkommen mit der dritten, der von oben noch unten quer über ihn lauft. Die Bogengänge beschreiben hier (nach *Cuvier*) so wie im Krokodil fast ganze Kreise, und jeder fängt (nach *Scarpa*) breiter an und endet verengert. Die Schnecke hat zwar die Gestalt eines halbgekrümmten Horns beibehalten, sich aber in ihrem Innern weiter vervollkommt; sie ist durch eine sehr feine, in einen knorpligen Rahmen eingefasste Membran in zwei Gänge getheilt, die Vorhofs- und Paukentreppe. Der darin enthaltende Theil der innern Hörblase ist in äusserst zahlreiche und zarte parelelle Blättchen gefaltet, die von ihrem Entdecker *Treviranus* mit Klaviertasten verglichen wurden, und nach *Pappenheim* [1]) den paralell verlaufenden Primitivfaserschlingen des Schneckennerven entsprechen. Auch hier enthält das Labyrinthwasser mikroskopisch-krystallinische Körperchen als veredelte Uiberreste der frühern Kalkconcremente. Es ist merkwürdig, dass die Schnecke (nach *Cuvier*) gerade im Strauss am kleinsten gefunden wird, hingegen sich in den nächtlichen Raubvögeln vorzüglich durch ihre Grösse auszeichnet, so dass sie z. B. in der Eule (nach *Steifensand*) fast eine ganze Windung beschreibet. Die Paukenköhle der Vögel hat durchaus knöcherne Wandungen, deren grössten vordern Theil jedoch, wie bei den Amphibien, noch das Quadratbein bildet. Von ihr aus führen drei bedeutende Oeffnungen in die Zellenschichte der Schädelknochen, vermittelst deren selbst die Paukenhöhlen beider Seiten in offene Communication gesetzt sind. Auch in dieser Einrichtung äussert sich die Athmungsbedeutung der Paukenhöhle, indem von ihr aus die Kopfknochen eben so mit Luft gefüllt werden, wie von der Lunge aus die Knochen des Rumpfes. Die Ohrtrompete ist hier ganz knöchern, und öffnet sich gemeinschaftlich mit jener der andern Seite in einer schleimigen

[1]) Specielle Gewebslehre des Gehörorgans. Breslau, 1840.

Höhle an der Decke des Rachens, nahe der hintern Nasenöffnung. Nach aussen wird die Trommelhöhle durch ein dünnhäutiges, schief nach unten gerichtetes und nach aussen gewölbtes Trommelfell verschlossen. Auch hier bildet das einzige Hörknöchelchen ein längliches Säulchen, dessen Stiel in das Trommelfell und die innere Platte in das Verhofsfenster beweglich eingefügt ist. Das im Verhältniss zum vorigen besonders aber nach *Comparetti* bei den Raubvögeln bedeutend grössere Schneckenfenster ist mit einer elastischen Membran verschlossen. An das Trommelfell setzt sich ein kurzer häutiger, äusserer Gehörgang an, dessen Rand gewöhnlich mit kurzen steifen Federn besetzt ist. Nur die weite häutige Klappe, in die sich der Gehörgang der Eulen erweitert, wäre als das einzige Analogon einer Ohrmuschel in dieser Klasse zu betrachten. Der Hörnerve verhält sich hier bereits wie bei den Säugethieren, indem ein besonderer Ast desselben an die Schnecke und drei andere an die Bogengänge sich vertheilen.

4. Säugethiere.

Der höchste Grad der Ausbildung des Hörorgans manifestirt sich in den Säugethieren durch Darstellung einer eigentlichen spiralförmig gewundenen Schnecke, Gliederung des Gehörknöchelchens in drei Bestandstücke, und den Hinzutritt eines knöchernen äusseren Gehörgangs mit einer knorpligen Ohrmuschel. Da jedoch in der obersten Klasse der Wirbelthiere die vorigen niedern wiederholt werden müssen, so finden wir auch im Ohre eine Mannigfaltigkeit der Gestaltung, in der sich die vorigen Formen wiederspiegeln ohne jedoch den bisher so regelmässig fortschreitenden Entwicklungsgang des Hörorgans zu stören. Gleich Anfangs muss das Hörorgan des Schnabelthieres, dieses in jeder Hinsicht merkwürdigen Mittelgliedes zwischen den Vögeln und Säugethieren hervorgehoben werden, in dem (nach *Home*) anstatt einer Schnecke ein bloss leichtgekrümmtes Horn, anstatt der drei Gehörknöchelchen bloss ein aus zwei Stücken bestehendes Säulchen vorgefunden werden, der äussere Gehörgang einen sehr engen gewundenen Kanal darstellt und die Ohrmuschel

gänzlich fehlt, Bildungen, die offenbar frühere Entwicklungsstufen auf das deutlichste wiederholen. Was nun das Labyrinth der übrigen Säugethiere betrifft, so muss davon im Allgemeinen bemerkt werden, dass es durchaus von einer compakten Knochenmasse umschlossen ist, die untrennbar mit seinen Wandungen verschmilzt, und dass seine relative Grösse zum Schädel hier abgenommen hat, dass ferner die Bogengänge sich nicht kreuzen, sondern die bei den Fischen bereits angegebene relative Stellung behalten, und die Schnecke, das verlängerte, spiralförmig gewundene Horn der Vögel, fast durchgängig $2^1/_2$ Windungen beschreibt, und dass endlich der Bau des häutigen Labyrinths im wesentlichen derselbe ist wie im Menschen. Bemerkenswerth sind jedoch die abweichenden Verhältnisse dieser Theile unter einander bei einigen Säugethieren. So sind die Bogengänge z. B. im Maulwurf sehr gross gegen die Schnecke und liegen fast frei in der Schädelhöhle wie bei den Vögeln. Umgekehrt ist das Verhältniss bei den Fledermäusen, wo die, gegen die Bogengänge sehr grosse Schnecke fast ganz in die Paukenhöhle hereinragt. Dasselbe Verhältniss findet sich bei den Cetaceen, wo die Bogengänge gegen die ungeheuere Schnecke so unverhältnissmässig klein sind, dass sie selbst der Scharfsicht eines *P. Camper* entgingen. Noch muss bemerkt werden, dass das Labyrinth bei Letztern in einer wirklich felsenharten Knochenmasse eingegraben, hingegen aber bei den früher erwähnten Thieren in einer lockern, spongiösen Substanz wie bei den Vögeln eingebettet ist. Merkwürdig ist es ferner, dass die Schnecke der Cetaceen (nach *Cuvier*) bloss $1^1/_2$, und zwar in einer und derselben Ebene liegende Windungen macht, während sie bei einigen Säugethieren z. B. dem Meerschweinchen und Stachelschwein, $3^1/_2$ Windungen beschreibt, die sich thurmförmig über einander erheben. Die Paukenhöhle der Säugethiere wird ohne Zuthun eines andern Knochens bloss durch eine Aushöhlung des Schlafbeins gebildet und genau abgeschlossen. Sie vergrössert sich theils durch die daranstossenden Zellen, die jedoch hier eine weit geringere Ausdehnung besitzen als bei den Vögeln, theils und vorzüglich aber durch eine eigene Kno-

chenblase (bulla ossea), die allen Säugethieren mit Ausnahme der Affen zukommt und durch Metamorphose des ringförmigen Knochens entstanden ist. Dieser Knochenring, der im Fötus der Thiere und Menschen, das Trommelfell wie ein Rahmen ausgespannt hält, entwickelt sich nämlich entweder vor dem Trommelfell nach aussen zum äussern Gehörgange (so in Menschen und Affen), oder zu einer knöchernen Blase hinter dem Trommelfell nach innen (so bei den Katzen, Hunden, Nagern), oder in beiden Richtungen und Gestalten zugleich (so z. B. bei den Schafen, Ziegen u. a.). Die Höhle der Knochenblase ist entweder ganz einfach (so bei den Fleischfressern und Nagern), oder in vielfältige Zellen abgetheilt (so bei den Hufthieren und besonders den Schweinen). Die Eustachische Röhre ist hier wie im Menschen aus einem knöchernen und einem knorpligen Theile zusammengesetzt. Als besondere Eigenthümlichkeiten derselben wären zu bezeichnen, erstlich ihre sackförmige Erweiterung im Rachen beim Pferdegeschlechte zu dem sogenannten Luftbeutel, und dann ihre eigenthümliche Bildung bei den Cetaceen, wo sie im Verhältnisse zu dem engen und langen, bloss knorpligen äussern Gehörgange sehr weit und kurz ist, und sich in die Nasenhöhle ihrer Seite mit einer, durch eine Klappe gegen das Eindringen des Wassers verwahrten Oeffnung mündet, und überdiess in der Nähe des Ohres sich in eine, mit zarter Schleimhaut ausgekleidete, sinuöse Höhle aussackt, die Cuvier für den eigentlichen Sitz des Geruches hält. Das Trommelfell ist in dieser Klasse im Gegensatze zur vorigen stets concav, mit Ausnahme des Maulwurfs, wo es ganz eben, und des Wallfisches, wo es stark convex vorgefunden wird. Mit dieser Abweichung sind aber bei beiden noch andere bemerkenswerthe Eigenthümlichkeiten verbunden; denn während das Trommelfell bei verschiedenen Thieren dieser Klasse, von der senkrechten Richtung abweichend einen immer spitzigern Winkeln mit der Achse des Gehörganges bildet und im geraden Verhältnisse seiner Neigung seine Fläche vergrössert, kömmt es im Maulwurf endlich dahin, dass es ganz horizontal liegend mit seiner innern Fläche den Boden der Paukenhöhle und mit der äussern die Decke des sehr platten aber

breiten äussern Gehörganges bildet und dadurch den relativ grössten Flächenraum gewinnet. Darin und in der Grösse der Bogengänge liegt zweifelsohne der Grund des scharfen Gehörs dieses Thieres. Während das Trommelfell des Wallfisches (nach *Home*) eine bedeutende Ausbauchung in den, nach unten erweiterten Gehörgang bildet, stehet es nach innen in keiner unmittelbaren Verbindung mit den Gehörknöchelchen, sondern der Hammer verbindet sich hier mit einer eigenen, am Boden der Paukenhöhle befestigten sichelförmigen Membran. Dieser Umstand so wie die früher angegebene Bildung der Eustachischen Röhre machen es sehr wahrscheinlich, dass hier vorzüglich diese, weniger aber der äussere Gehörgang, der nach *Cuvier* im Delphin kaum einen Stecknadelkopf aufnimmt und im Wallfisch nach *Home* über 2 Fuss lang und sehr eng ist, das eigentlich Schall zuleitende Organ darstelle. Was nun die Gehörknöchelchen anbelangt, so sind in den Säugethieren wie im Menschen in der Regel drei vorhanden, und zeigen dieselbe Grundgestalt, obwohl in verschiedenartigen Modificationen. Sehr interessant sind die Varietäten des Steigbügels in ihrer stufenweisen Entwicklung. Beim Schnabelthiere stellt er eine wahre Columella der Vögel dar, bei den Cetaceen bildet er einen zusammengedrückten Kegel mit einer sehr kleinen Oeffnung, beim Känguruh laufen seine beiden, eng an einander schliessenden Schenkel in einen langen Stiel aus, treten sofort in der Thierreihe immer mehr auseinander bis sie im Murmelthiere und noch mehr im Maulwurf einen so breiten Bogen bilden, dass ein knöcherner hohler Cylinder, der wie ein Riegel das ovale Fenster in zwei Theile scheidet und in seinem Innern Gefässe enthält, zwischen den beiden Schenkeln hindurchgehen kann. Die Muskeln der Gehörknöchelchen sind verhältnissmässig stärker als beim Menschen. Das runde Fenster ist bei den scharfhörenden Säugethieren grösser als das ovale und wie beim Menschen durch eine elastische Membran verschlossen. Die Entwicklung des Gehörorganes wird in den Säugethieren vervollständigt und beschlossen durch die Bildung einer knorpligen Ohrmuschel, die sich wie ein Schallconcentrirendes Rohr an den äussern knöchernen Gehörgang ansetzt. Doch fehlt sie, um die Bildungsstu-

fen der vorigen 3 Klassen zu wiederholen bei den Fischsäugethieren, den Cetaceen, dem amphibienartigen Seehund und Wallross, dem den Vögeln so nahe stehenden Schnabelthier, wie auch den Maulwürfen und Spitzmäusen. Sie ist bloss häutig bei einigen Fledermäusen und dem Beutelthier wie sie es bei den Eulen gewesen, und wiederholt durch die eigenthümliche Bildung in der Wasserspitzmaus und dem Hypopotamus, wo die Gegenecke (anthelix) als Klappe den Gehörgang beim Untertauchen verschliesset, das klappenförmige Rudiment einer Ohrmuschel beim Krokodil. Uibrigens varirt die Ohrmuschel ausserordentlich sowohl in Bezug ihrer Grösse, die ohnstreitig in der langöhrigen Fledermaus (Vesp. auritus) auf dass äusserste Extrem getrieben wird indem sie hier die Grösse des ganzen Körpers erreicht, als auch in Bezug ihrer Gestaltung, deren vielfache Formen die Naturgeschichte darstellt. Nur das muss noch bemerkt werden, dass die Ohrmuschel der Säugethiere häufig aus mehreren Knorpelstücken zusammengesetzt ist, deren jedes einzelne sowohl, als das ganze Gebilde durch vielfache, oft bedeutend starke Muskeln eine ausgezeichnete Beweglichkeit erhält. Merkwürdig bleibt die durch diesen Mechanismus mögliche und verwirklichte Äusserung der Gemüthsregungen, die, wie beim Auge durch den Blick, beim Ohre durch die Richtung und Bewegung der Ohrmuschel ausgedrückt werden. So ist eine auffallend grosse Ohrmuschel den furchtsamen und schwachen Quadrupeden eigen, so z. B. der Antiloppe, dem Hirsche, Esel, Hasen und besonders der Fledermaus. Aufgerichtete und bewegte Ohren sind ein Ausdruck freudiger, aufregender Gefühle, hingegen schlaffherabhängende ein Zeichen traurig niederdrückender Stimmung. Das Herabhängen des obern Theils des Ohres, sagt *Cuvier*, ist ein Zeichen der Knechtschaft, eine Bildung, die den servilen Arten der Hunde, Schafe und Schweine charakteristisch ist. Bei den muthigen Raubthieren sind die Ohren meistens nach vorn, bei den furchtsamen Nagern (z. B. Hasen, Kaninchen) nach hinten gerichtet, jene in der Richtung des Verfolgten, diese in der Richtung des Verfolgers. Am deutlichsten zeigen sich alle

diese Aeusserungen, bei dem, so vielfacher Gemüthsregungen fähigen Pferde.

Die Summe der Eigenthümlichkeiten des Hörorgans bei den Säugethieren könnte den Anschein erzeugen, als ob der Mensch in Bezug auf diesen Sinn den Letztern nachzusetzen wäre, da bei ihm die Reaction nach aussen in der völlig unbeweglichen Ohrmuschel gänzlich verloren gegangen, und die Perception nach innen durch eine engere Paukenhöhle, schwächern Spannapparat des Trommelfells, ein kleineres Labyrinth und einen zum kleinen Hirn relativ schwächern Hörnerven weniger begünstigt erscheinet. Aber die in der Ohrmuschel erloschene Reaction wird im unvergleichlichen Maasse dem Menschen ersetzt im bilderreichen Spiel der Miene und der unendlichen Symbolik der Stimme, die bei ihm in Bezug auf das Ohr in dasselbe Verhältniss zum Hören tritt, wie im Auge der Blick zum Sehen. Was aber die eigentliche Gehörperception anbelangt, so mag wohl manches Thier den Menschen an quantitativer Schärfe derselben übertreffen, die höchste Stufe ihrer qualitativen Ausbildung bleibt dennoch nur ihm allein eigen. Ihm erschliesst sich durch das Hörorgan nicht nur das innere Wesen der Aussenwelt, sondern auch was in ihm selbst als Ausdruck seines innersten individuellen Wesens in Klang und Ton sich offenbart: das menschliche Ohr ist das Sinnorgan für den Gesang und die Sprache. Sprache und Gesang, die verkörperten Gedanken und Gefühle und Ausflüsse der höchsten vegetativen und animalen Gebilde, der Lunge und des Hirns, wirken wieder mächtig zurück auf Kopf und Herz, den Geist und das Gemüth, und so ist das Ohr, welches bei den Thieren grösstentheils darauf beschränkt ist, durch Erregung seines nervösen Centrums, des kleinen Gehirns, zugleich des Centralherdes der motorischen Kraft, die entsprechenden Affekte der Furcht und des Muthes zu wecken, beim Menschen die Hauptquelle intelektueller Bildung und sittlicher Veredlung.



V. Gesicht.

Das höchste Sinnorgan der thierischen Schöpfung, das Auge, bestimmt die feinste, mit ihm in Wechselwirkung gesetzte Aetherspannung zu Licht und Farben zu gestalten, hat wesentlich denselben Ursprung und Elemente wie das Hörorgan. Gleich diesem entsteht es als unmittelbare Ausstülpung des Hirns und bestehet jenem analog: 1). Aus einer zarten peripherischen Nervenausbreitung, 2.) aus eistoffigen, vollkommen durchsichtigen, Licht leitenden und brechenden Medien, und 3). aus undurchsichtigen, mit einer kohlenstoffigen Pigmentschichte überzogenen Hüllen, geeignet die Rückstrahlung des einfallenden Lichtes zu hindern und daher die Lichtwirkung durch Gegensatz zu verstärken. Es wird nun Aufgabe sein den merkwürdigen Hergang in seinen Hauptmomenten aufzufassen, wie das Auge theils durch fortschreitende Durch- und Ausbildung dieser Elemente in den verschiedenen Formen des Sehnerven und der Netzhaut, der Hornhaut, Linse und des Glaskörpers, der Aderhaut mit dem schwarzen Pigment, theils aber durch den Hinzutritt einer andern Dreizahl von Gebilden, 1). zur Scheidung von den umgebenden Theilen und Deckung gegen die Aussenwelt (harte Augenhaut und Lieder), 2). zu einer freien Bewegung (Augenmuskeln) und 3). zu einer besondern Absonderung (Thränenapparat) in fortschreitender Metamorphose begriffen ist, von seinem Ebryonalzustande im Infusorium bis zu seiner Blüthenentfaltung im Menschen.

A. Sehorgane der niedern Thiere.

1. Zoophyten und Weichthiere.

Schon ältere Naturforscher haben an den Zoophyten eine deutliche Reaction gegen das Licht wahrgenommen und ihnen daher eine Empfindlichkeit für dasselbe ohne besondere Organe zugeschrieben. So bemerkte *Jugenhouss* und *Goldfuss*, dass die pristleysche grüne Materie und die Monaden sich vorzüglich an hellen Orten anhäufen; seit Trembley sa-

hen viele Beobachter das Wandern der Polypen von finstern zu den lichten Stellen; *Rapp* erzählt von Veretillum cynamorium, (einer Seefeder), dass es die Finsterniss liebt und sich im Lichte sogleich zusammenzieht; Grant bemerkte, dass die Medusen (Quallen) bei ruhiger See an der lichten Oberfläche schwimmen, aber sogleich ihre Richtung ändern, sobald sie schattige Stellen berühren. Diese Thatsachen beweisen wohl unzweideutig ein Erfühlen des Lichtes, das aber vom Sehen eben so verschieden ist, als das sich Aufschliessen der Blumenkronen im Lichte von einer Lichtempfindung, und es ist höchst wahrscheinlich, dass es nicht das Licht als solches, sondern die ihm immanente Wärme ist, welche jene Reactionen in den Pflanzenthieren so wie in den Pflanzen hervorbringt. Dass aber das Sehen nur durch ein besonderes Organ vermittelt werden kann, beweiset das wirkliche Vorkommen von Augenrudimenten selbst bei den Infusorien, und es ist eine höchst merkwürdig Erscheinung, dass sich schon bei diesen Embryonen des Thierreichs der höchste Sinn, das Gesicht, an den niedrigsten, den allgemeinen Gefühlsinn anschliesset. Nach *Ehrenbergs* denkwürdigen Forschungen, die uns in dem unendlich Kleinen eine grossartige neue Welt erschlossen, ist das Vorkommen der Augenpunkte bei den Infusorien so häufig, dass sie zum Eintheilungsprincipe für ganze Gruppen derselben genommen werden konnten. So findet sich ein rothes Auge schon unter den punktförmigen Monaden vor bei *Microglena*, unter den geschwänzten Cercarien bei Euglena viridis; bei den Rotifern aber kommen fast durchgehends rothe und schwarze Augenpunkte vor, der Zahl nach von eins bis zu einem Dutzend varirend (z. B. bei Cycloglena oder Cercaria lupus, wo die 12 Augenpunkte in einem Kreise stehen). Was die Struktur dieser Augenpunkte anbelangt, so ist es ganz natürlich, dass man bei der ausserordentlichen Kleinheit dieser Thierchen, die selbst grösstentheils nur ein mikroskopischer Punkt sind, darüber bisher wenig Bestimmtes erfahren konnte; man kann aber mit Bestimmtheit schliessen, dass sie bei der Einfachheit ihrer ganzen Organisation auch sehr einfach sein müsse. Nach vielfachen Untersuchungen an grössern Räderthierchen bestehet ihr Auge aus einem Klümpchen Pig-

ment, das einerseits mit einem zarten durchsichtigen Häutchen überzogen ist, und anderseits einen äusserst feinen Zweig vom Schlundringe erhält. Es ist klar, dass bei dieser Einfachheit des Auges noch an kein gesondertes Auffassen der Gegenstände zu denken sei, sondern dass, so wie der niedrigste Ausdruck der Empfindung überhaupt in der Unterscheidung der Gegensätze von Lust und Schmerz bestehe, sich derselbe im Lichtorgane als blosse Unterscheidung der entgegengezetzten Pole von Finsterniss und Licht darstellen werde. **Obschon**, wie bereits erwähnt wurde, die Polypen wegen ihrer auffallenden Reaction auf den Lichtreiz, Gegenstand der eifrigsten Forschung seit *Trembley's* Zeiten gewesen, so hat man dennoch bis heut zu Tage bei keiner ihrer zahlreichen Gattungen ein augenähnliches Organ entdecken können. Dasselbe gilt von der nächstfolgenden Ordnung der Quallen, mit Ausnahme einer einzigen Gattung, der Medusa aurita, bei welcher *Ehrenberg* an den acht braunen, am äussern Rande der Scheibe gelegenen Körpern, rothe Punkte entdeckte, die er mit den Augenpunkten der Infusorien in gleiche Bedeutung setzt. Merkwürdiger Weise hat derselbe Forscher bei einer Gattung der, den Medusen nahe verwandten Seesterne, bei Asterias violacea ähnliche Augenpunkte an den Spitzen der Strahlen entdeckt und nachgewiesen, dass Zweige von den Nerven der Strahlen in dieselben treten. Eben so sind es unter den Muscheln nur zwei Gattungen, nämlich die Kamm- und Klappmuscheln (Pecten und Spondylus), bei denen augenähnliche Organe vorkommen, welche von *Poli* entdeckt und von *Krohn* neuerdings genauer untersucht wurden. (*Müllers* Archiv 1840. 4 & 5 Heft). Sie sitzen in Gestalt bräunlicher Knöpfchen, von fleischigen Stielchen getragen, zwischen den peripherischen Tentakeln am Mantelrande, in der ungeheuern Anzahl von 50 (bei Pecten) bis 100 (bei Spondylus). Jedes bestehet aus einer durchsichtigen Kapsel, die zur Hälfte in dem Stiele eingesenkt und innerlich mit einer braunen Pigmentschichte überzogen ist, und nebst einer an der durchsichtigen Kapsel dicht anliegenden Linse noch einen faserigen Körper enthält, von dem es noch zweifelhaft ist, ob er den Glaskörper oder einen Bulbus des Seh-

nerven darstellt. Die an sie tretenden Nerven sind Aeste der stärkern Tentakelnerven. Auf ähnliche Art beschaffen sind die Augen der Schnecken, die merkwürdiger Weise von den Fühlfäden selbst getragen werden [1]). Mit Ausnahme einiger wenigen Arten, denen sie fehlen, kommen sie hier constant in der Zweizahl vor, und stehen als kleine schwarze Punkte erscheinend an der Spitze, in der Mitte oder an der Basis der grössern Tentakeln. Ein aus seinem Lager gelöstes Schneckenauge stellt sich als ein kleines Kügelchen dar, das bereits alle Elemente eines vollkommenen Auges in sich schliesst. Die zarte äussere Hülle umgibt eine mit schwarzem Pigment belegte Aderhaut, die sich nach vorn in einen irisartigen Gürtel fortsetzt, mit einer Pupille, an welcher *Stiebel* sogar Verengerungen und Erweiterungen beobachtet haben will. Eine äusserst kleine runde Linse nebst einer Glassubstanz hatte schon *Swammerdam* darin entdeckt. Der Sehnerve ist auch hier ein Zweig des weit stärkern Fühlhornnervens. Dieser schwillt an seinem Ende in eine bedeutend grosse Papille an, an deren einen Seite der viel kleinere Augapfel gelagert ist, und gemeinschaftlich mit jener durch einen eigenen Mechanismus bewegt wird. Der Fühlfaden bildet nämlich eine Röhre von muskulösen Cirkelfasern, in welcher

---

[1]) Es ist merkwürdig, dass der niedrigste und höchste Sinn, der Fühl- und Gesichtssinn, die zuerst und zugleich in der Thierreiche auftreten, eine immer steigende Tendenz zeigen, sich mit einander organisch zu verbinden. Schon bei den Quallen standen die Augenpunkte am Scheibenrande, der zugleich die peripherischen Fühlfäden trägt, bei den Asterien auf den, die Taster tragenden Strahlen, bei den Muscheln stehen sie zwischen den Tentakeln am Mantelrande, bis sie endlich bei den Schnecken mit den Fühlfäden zum Kopfe rücken. Hier erst zeigt sich aber jene Tendenz in unverkennbarer Deutlichkeit; denn während bei einigen Gattungen die Augen auf besondern Stielchen neben den grössern Fühlfäden stehen, erscheinen sie bei andern auf einem Absatze in der Mitte der letztern, der durch eine Verwachsung beider entstanden ist, bis sie endlich in andern Gattungen an der Spitze der Fühlfäden erscheinend die vollständige Verschmelzung beider Organe darstellen.

ein Längenmuskel verläuft, der sich an der Spitze des Fühlhorns ansetzt; durch die Contraction des Muskels wird nun der Tentakel in sich selbst eingestülpt, durch die Cirkelfasern hingegen vorgetrieben, und so jene beiden Sinnesgebilde gemeinschaftlich vorgestreckt und zurückgezogen. So ausgezeichnet auch die Beweglichkeit der Schneckenaugen ist, so ist dennoch ihr Sehvermögen, obwohl durch *Swammerdams, Leuchs* und *Steifensands* Versuche ausser allen Zweifel gesetzt, dennoch nur auf einige, wenige Linien beschränkt. Eben so ausgezeichnet durch ihre Grösse, als die Vollkommenheit ihrer innern Bildung, vermöge deren sie sich zunächst an die Sehorgane der höhern Thiere anschliessen, sind die Augen der Cephalopoden (Sepien). Sie liegen zu beiden Seiten des ringförmigen Kopfknorpels, an denselben durch die Sklerotica und zwei kleine Muskeln befestigt. Die Gestalt des bedeutend grossen Augapfels ist birnförmig, nach Aussen abgeplattet, nach Innen conisch verlängert. Diese Form des Bulbus ist durch eine eigenthümliche Bildung der Sklerotica begründet: Nach Aussen fehlt ihr eine eigentliche Cornea, wird aber ersetzt durch eine durchsichtig gewordene Fortsetzung der äussern Haut, die bei Sepia off. ganz schlicht über das Auge gehet, bei *Octopus* (dem Polyp der Alten) aber am vordern und hintern Rande halbmondförmige Falten bildet, die ersten Spuren der Augenlieder; nach Innen spaltet sich die Sklerotica in zwei Blätter, von denen eines den eigentlichen Augapfel dicht umschliesst, das andere aber vom ersten abweichend eine Höhle bildet, worin ein grosses Ganglion des Sehnerven liegt. Die Aderhaut ist stark und innerlich mit einem dunkelpurpurfarbigen Pigmente überzogen; die Iris bildet eine, beim *Octopus* runde, bei *Sepia* nierenförmige Pupille; um die bedeutend grosse, in ihrer Achse länglichrunde Krystalllinse legt sich ein strahliger Ciliargürtel, dessen innerer Rand in einer Cirkelfurche der Linse eingefalzt ist. Da wegen der Grösse der Linse und der Flachheit der, die Cornea vertretenden Membran, kein Raum zwischen beiden übrig bleibt, so fehlt mit einer Augenkammer auch die wässrige Feuchtigkeit; die Glassubstanz ist in einer einfachen Kapsel enthalten, und fliesst daher bei Eröffnung

derselben ganz heraus. Aus dem bereits erwähnten, zwischen den Blättern der Sklerotica liegenden Bulbus des Sehnerven, der an Grösse selbst den Hirnknoten übertrifft, treten unzählige Nervenfasern, als ein länglicher Streif das innere Blatt der Sklerotica durchbohrend, in das Innere des Auges, um sich als Netzhaut auszubreiten, welche hier merkwürdiger Weise nicht zwischen der Glashaut und dem Pigmente, sondern zwischen diesem und der Aderhaut liegt, so dass sie nach vorn eine faserige, von dunkelvioletem Pigmente durchdrungene Schichte, nach hinten aber eine ganz glatte Nervenfläche darbiethet.[1])

2. Gliederthiere.

Die hohe Vollkommenheit des Sehorganes, in welcher es bei den Sepien unerwartet hervortrat, verliert sich nun in den vielgestaltigen Ordnungen der Gliederthiere gänzlich, und das Auge, mitgerissen in die Verwandlungen des Hautorgans durch die verschiedenen Grade und Arten der Verhornung durchläuft hier abermals von seiner Urform ausgehend eine neue Reihe bewunderungswürdiger Metamorphosen.

Anlangend die Würmer, so fehlen die Augen ihren niedrigsten Gattungen, den Eingeweide- und den meisten Ringelwürmern wie ihren Vorbildern den Polypen gänzlich, und treten wieder in ihrer einfachsten Form und Bildung, vermöge welchen sie sich an die Augenpunkte der Zoophyten zunächst anschliessen, als sogenannte einfache Augen (Stemmata oder ocelli) auf in den verschiedenen Arten der Planarien, Hirudineen, Naiden und Nereiden, der Zahl nach von 2 bis 10 varirend (so besitzen die Planarien und Naiden 2, die Nereiden 4 und Hirudo med. 10, in einem Halbkreis gestellte Augen). Am besten bekannt ist ihre innere Bildung bei den zwei letztgenannten Gattungen. Beim Blut-

[1]) Dieser Umstand ist für die Physiologie des Gesichtes von höchster Wichtigkeit, indem bei dieser Einrichtung von einem Sehen nach der gewöhnlichen Vorstellung keine Rede mehr sein kann. (Siehe darüber *Carus* Syst. der Physiologie Bd. III. pag. 210.)

egel sind die Augen nach *Weber* nach Aussen convex erhaben und nach Innen cylinderförmig verlängert; die äussere Convexität ist glänzend durchsichtig, der Cylinder an seiner inneren Fläche allseitig mit schwarzem Pigment überzogen, und enthält in seiner Höhle eine ganglienartige Anschwellung, die sich deutlich in den Sehnerven fortsetzt. Wir sehen hier ein Beispiel eines einfachen Auges ohne lichtbrechende Medien, wo das Sehnervenganglion ringsherum von undurchsichtigem Pigmente bedeckt wird und daher noch an kein eigentliches Sehen, sondern höchstens an eine Unterscheidung der Lichtextreme von Finsterniss und Helle gedacht werden kann. Doch will *Rud. Wagner* und schon früher *Braun* eine dem Glaskörper ähnliche Flüssigkeit in denselben beobachtet haben. Was die Augen der Nereiden anbelangt, so ergaben die Untersuchungen von *Müller* und *Rathke* darüber, dass hier (mit Ausnahme der Gattung Lycoris, wo sie ganz dieselbe Bildung besitzen, wie bei den Blutegeln) nebst der Formverschiedenheit, dass die Lichtseite platt, die Körperseite rund, das ganze Auge also becherförmig gestattet ist, noch der Unterschied stattfindet, dass hier die Choroidea an der Lichtseite pupillenartig ausgeschnitten sei, das Licht also unmittelbar zu den dahinterliegenden Ganglion des Sehnerven gelangen könne. Lichtbrechende Medien hat man hier ebenfalls nicht auffinden können.

In den beiden Klassen der Krustenthiere und Insekten treten neben den einfachen noch zusammengesetzte Augen als neue Bildungen hervor; da aber das Vorkommen derselben, wie es die Naturgeschichte darstellt, so äusserst mannigfaltig und die Ergebnisse über ihre innere Bildung durch neuere Untersuchungen so reichlich angehäuft worden sind, dass eine nur einigermassen umfassende Darstellung derselben Gegenstand einer besondern Abhandlung werden müsste, so kann hier nur eine bloss andeutende Betrachtung derselben gegeben werden.

Was zuerst das Vorkommen anbelangt, so sind die einfachen Augen bei den Crustaceen selten und immer nur las Nebenomrgane den Zusamengesetzten beigegeben (so z. B. bei Limulus polyphemus). Unter den Insekten kommen Gat-

tungen theils bloss mit einfachen, theils mit diesen und zusammengesetzten Augen, theils aber bloss mit Letztern vor. Zu den Ersteren gehören nebst den meisten fliegellosen Insekten, den Spinnen, Skolopendern, Poduren u. a. die Insektenlarven, die einer vollständigen Metamorphose unterliegen (so die wurmförmigen Larven der Lepidoptern, Coleoptern und Hymenoptern); Larven hingegen mit einer weniger bedeutenden, partiellen Metamorphose (z. B. der Orthoptern) sind schon sowohl einfache als zusammengesetzte Augen, so wie den meisten vollkommenen Insekten eigen. Unter den Letzteren finden sich nur bei den Schmetterlingen und Käfern mit sehr wenigen Ausnahmen bloss zusammengesetzte Augen vor. Augenlos sind unter den Insekten bloss die Käfergattung Claviger, die Zwitter einiger Ameisenarten und einige Larven.

Die einfachen Augen der Crustaceen und Insekten besitzen eine weit zusammengesetztere und den Augen höherer Thiere ähnlichere Bildung als man sonst glaubte, ehe noch besonders *Müller*'s Untersuchungen darüber neues Licht verbreitet haben. Sie enthalten durchgehends lichtbrechende Medien, wodurch sie sich von den Augen der Würmer unterscheiden und den Augen der Weichthiere (besonders der Schnecken) zunächst anreihen. Dicht hinter der starkgewölbten Cornea liegt eine kugelförmige Linse und hinter dieser eine dem Glaskörper ähnliche Substanz; die mit schwarzem Pigment überzogene Choroidea bildet um die Linse einen schwarzen Ring und umschliesst eine zarte Netzhaut (so bei den Skorpionen und Spinnen). Ihre Funktion scheint auf das Sehen naher Gegenstände gerichtet und sie stehen daher (nach *Müller*) zu den zusammengesetzten Augen in einem ähnlichen Verhältnisse, wie bezüglich des Tastsinns die Palpen zu den Antennen.

Einen merkwürdigen Uibergang von den einfachen zu den zusammengesetzten Augen bilden die conglomerirten Augen, wie sie bei einigen Krustenthieren (z. B. Cymothea) und Insekten (z. B. Julus) vorkommen. Sie stellen nämlich Aggregate von einer gewissen Zahl und bestimmter Ordnung einfacher Augen dar, deren jedes die eben angeführte Bildung besitzt. Ihre Zahl und Anordnung entsprechen den Conve-

xitäten ihrer gemeinschaftlichen Hornhaut. So besitzt z. B. Julus terrestris nach Kirby 28 in Form eines Dreieckes gestellte Augen, die in 7 Reihen so geordnet sind, dass ihre Zahl von der ersten bis zur letzten immer um eines wächst.

An diese Form des Sehorgans schliessen sich zunächst die musivisch zusammengesetzten Augen der Krebse und Insekten. Sie erscheinen als bedeutend grosse Kugelsegmente, die oft $^1/_{10}$, ja sogar bis $^1/_4$ des ganzen Körpers ausmachen (z. B. bei einigen Libellen) und bei den Insekten unbeweglich, bei den Krebsen aber durch bewegliche Stiele an die Seitentheile des Kopfes befestigt sind. Sie bestehen: 1) Aus einem nervosen Centrum, einer kugelförmigen Anschwellung des Sehnerven, 2) aus einer hornigen Peripherie, der facettirten Hornhaut und 3) aus einer grossen Anzahl (bis über 20000) kegelförmiger Körper, die wie Radien zwischen dem centralen Ganglion und der peripherischen Hornhaut gestellt sind. Die Letztere ist nämlich aus einer grossen Menge mikroscopisch kleiner Hornhäute (Facetten) zusammengesetzt, die bei den Insekten, wie Honigzellen sechseckig, bei den Krebsen aber mehr viereckig sind, und deren jede einem, hinter ihr liegenden Kegel entspricht. Diese Kegeln bestehen aus einer glasartigen, durchsichtigen Substanz, und sind mit ihren Basen gegen die Hornhaut, mit ihren Spitzen gegen den centralen Nervenbulbus gerichtet, so dass jeder Basis eine Hornhautfacette entspricht, an die sie sich anlegt, und jeder Spitze ein feiner Nervenfaden, der aus dem Ganglion an sie tritt. Jeder dieser durchsichtigen Kegeln ist von einer dunklen Pigmentschichte umgeben, die einerseits bis zur Hornhaut aufsteigt und daselbst, entweder bloss die Gränzen der Facetten markirt, oder selbst vor der Kegelbasis einen Gürtel mit einer pupillenartigen Oeffnung bildet, anderseits aber die sämmtlichen Kegelspitzen in ein dickes Pigmentlager einhüllt, durch welches die Nervenfasern aus dem Ganglion zu ihnen dringen. Was nun die nähere Verbindung dieser Nervenfäden mit den Kegeln betrifft, so behauptet *Rud. Wagner*, dass sich jede derselben in eine flächenförmige Ausbreitung fortsetzt, die, wie die Netzhaut höherer Thiere, den kegelförmigen Glaskörper scheidenartig

umschliesst. Ob diess aber eine wirkliche Nervenhaut und nicht eine blosse Fortsetzung des Neurilems sei, wird noch von *Müller* in Frage gestellt. Nach *Carus* soll aber die Nervenfaser die Spitze des Kegels gar nicht erreichen, sondern zwischen beiden noch eine Pigmentschichte liegen, so dass hier ein ähnliches Verhältniss eintritt, wie es bereits rücksichtlich dieser Theile im Sepienauge gefunden wurde. Als besondere Modificationen der zusammengesetzten Augen müssen die Augen einiger Crustaceen angesehen werden, wo zwischen den durchsichtigen Kegeln und der hier doppelten Hornhaut noch linsenförmige Körper sich vorfinden, als deutliche Uibergangsform von den zusammengesetzten zu den agregirten Augen (so bei Amphitoe, Hyperia, Branchiopus), und dann jene zusammengesetzten Augen, deren Hornhaut facettlos, glatt ist, wo dann die Kegeln bloss mit der Spitze im Pigmente stecken und ihre Basen frei gegen die Hornhaut herausragen, eine Form, die gleichsam eine unvollständige Metamorphose eines einfachen Auges in ein zusammengesetztes darzustellen scheinet (so bei Daphnia, Gamarus, Cyamus, Limulus).

B. Sehorgane der höhern Thiere.

Die bewunderungswürdige Mannigfaltigkeit der Augenformen, wie wir sie bisher bei den wirbellosen Thieren betrachtet, weichet nun in den Wirbelthieren einem constanten, höhern Typus, der jedoch in nicht minder verschiedenen Modificationen in den vier folgenden Klassen dargestellt wird.

1. Fische.

Das Auge der Fische schliesst sich in seiner Bildung vollkommen an das Auge der Sepien an; gleich diesem ist es im Allgemeinen von bedeutender Grösse (mit Ausnahme der wurmförmigen Fische- und Neunaugen, Aale und a.) und unbeweglich an die Seitentheile des Kopfes befestigt, ausgenommen einige wenige Gattungen, wo es z. B. wie im Uranoscopus oben am Schädel liegt, oder gar beide Augen auf einer und derselben Seite wie beim Schollen (Pleuronectes), das einzige Beispiel dieser Asymetrie in den höhern Thierklassen.

Befestigt wird der Augenapfel in der wenig geschlossenen und mit einer halbflüssigen Fettsubstanz gefüllten Augenhöhle durch sechs ziemlich kurze Muskeln, wovon vier gerade und zwei schiefe, bei den Rochen und Hayfischen aber nebst dem durch einen am Grunde der Augenhöhle und am Augapfel eingelenkten Knorpelstiel, analog dem Auge der Krebse. Die vorn abgeplattete und hinterwärts halbkugelige Gestalt ist dem Fischauge vorzüglich charakteristisch. Rücksichtlich ihrer innern Bildung kommen die Augen der Fische mit denselben bei den höhern Thierklassen und selbst beim Menschen überein, indem sie alle wesentlichen Theile derselben enthalten; nur bei Myxine glutinosa entdeckte *J. Müller* einen merkwürdigen Rückfall bis zum Typus der Würmer. Das Auge dieses wurmartigen Fisches enthält beim gänzlichen Mangel durchsichtiger Gebilde bloss einen, dasselbe füllenden Nervenbulbus, und ist nicht nur von der äussern Haut, sondern auch einer Muskelschichte überzogen, so dass es hier höchstens zu einer vagen Unterscheidung von Finsterniss und Licht kommen kann. Auch bei den übrigen Fischen setzt sich zwar die äussere Hautdecke über das Auge fort, wird aber an der, der Conjunctiva entsprechenden Stelle, wo sie leicht vom Auge abgezogen werden kann, dünner und vollkommen durchsichtig (wie z. B. beim Aal). Bei dieser einfachen Bildung ist noch keine Spur von Augenliedern sichtbar, wo aber das Auge in den höhern Gattungen sich besser entwickelt, bemerkt man ausser einem feinen Wulste, der das Auge umschliesst, in beiden Augenwinkeln zarte Falten (plicae semilunares), die jedoch das Auge noch wenig decken und ohne Bewegung sind. Diese tritt jedoch durch einen eigenen Muskelapparat hinzu beim schwimmenden Kopf (Tetrodon mola nach *Cuvier*) und unter den Hayfischen bei Carcharias, Galleus und andern verwandten Gattungen (nach *Müller*), bei denen die mehr entwickelte Falte des vordern Augenwinkels horizontal über das Auge gezogen werden kann (Membrana nictitans). — Die harte Augenhaut ist fest, sehnigt und enthält zwischen ihren Blättern zwei, meistens bedeutend grosse, knöcherne Scheiben. Im Stöhr ist sie ganz verknorpelt und so dick, dass sie nach *Cuvier* gleichsam eine knorplige Kugel darstellt mit einer kleinen

Höhlung, worin die übrigen Augentheile liegen; ganz verknöchert ist sie z. B. im Schwertfisch (Xiphias gladius) Seeteufel (Lophius piscat.) u. a.; beim Sprenkelfisch (Coryphaena Equiselis) bestehet sie aber aus drei Knochenplatten, die vorn einen geschlossenen Ring bilden und an den übrigen Rändern durch Näthe mit einander verbunden sind. — Die durchsichtige Hornhaut ist äusserlich flach, wenig convex, innerlich aber gewöhnlich durch die Linse, an welcher sie dicht aufliegt, etwas mehr concav. Beim Hochschauer (Cobitis anableps bestehet sie aus zwei, der hier doppelten Pupille entsprechenden Hemisphären. — Die Gefässhaut des Fischauges bestehet deutlich aus zwei, leicht trennbaren Schichten: die äussere, ziemlich dichte Schichte besitzt einen metallischen Glanz und bildet nach vorn die silber- oder goldschimmernde, Iris; das innere Blatt (Membrana Ruischii) ist weich und zart mit Pigment belegt und gehet in die Traubenhaut über. Zwischen beiden Blättern liegt eine, den Sehnerven ring- oder halbmondförmig umgebende, sehr gefässreiche, drüsenartige Masse, die Choroidealdrüse, deren Rand sich in eine mittlere Gefässschichte (Membr. vasculosa Halleri) fortsetzt. Die Ansichten über die Bedeutung dieses Gebildes sind sehr getheilt: *Haller* hielt es für einen Muskel, bestimmt die Sehweite durch grössere oder geringere Spannung der Choroidea zu modificiren; *Cuvier* und *Rosenthal* halten es für eine wirkliche Drüse zur Absonderung des schwarzen Pigments; nach *Albers* ist es eine Art von rete mirabile, woraus die Gefässe der Hallerischen tunica vasculosa entspringen; dieser Meinung stehet nahe die Ansicht von *Carus*, nach welcher es ein Gefässganglion ist, analog dem Nervenganglion des Sepienauges, wobei sich die Gefässe rücksichtlich ihres Eintrittes hier eben so verhalten, wie dort die Fäden des Sehnerven. Dieses Organ fehlt den Rochen und Hayfischen und die beiden Blätter der Aderhaut liegen dicht aneinander; in Folge dessen und des Mangels des schwarzen Pigments um den Sehnerven schimmert bei Erstern an dieser Stelle der Silberglanz der äussern Schichte nach innen durch, als erstes Vorbild der Tapete des Säugethierauges. — Die Iris des Fisches ist schmal und ganz unbeweglich und bildet eine grosse runde

Pupille. Im Rochen hängt am obern Rande der Letztern ein palmenzweigförmiger Fortsatz, der sie wie ein Vorhang verdecken kann; bei Cobitis anableps ragen aber (nach *Home*) zwei gegenständige Fortsätze von beiden Seiten in die Pupille, und indem sie sich in ihrer Mitte übereinander legen, verwandeln sie selbe scheinbar in eine vollkommene Doppelöffnung.— Ein eigentlicher Ciliarkörper fehlt den Fischen gänzlich, mit einziger Ausnahme der Hayfische, deren Auge dadurch in Verbindung mit den bereits angeführten Eigenthümlichkeiten der Bildungsstufe des Säugethierauges näher gestellt wird. Der Mangel der Ciliarfortsätze wird hier einigermassen ersetzt durch eine sichelförmige Falte, die von der Gefässhaut aus durch eine Spalte der Netzhaut zum Rande der Krystalllinse tritt, und sie nebst einem birnförmigen Körperchen (Campanula Halleri) in ihrer Lage befestigt. *Rosenthal* hält dieses Organ für einen einzelnen, sehr entwickelten Ciliarfortsatz, *Rudolphi* aber für das erste Rudiment des Fächers der folgenden höhern Klassen. — Die Krystalllinse ist bei den Fischen, wie bei den Sepien von bedeutender Grösse und vollkommen kugeliger Gestalt; bei Cobitis hat sie aber eine birnförmige Gestalt, deren beide Abtheilungen der doppelten Pupille entsprechen. Da die Linse durch die weite Pupille stark gegen die flache Hornhaut vorragt, so ist bei fast gänzlichem Mangel einer vordern Augenkammer eine nur sehr geringe Quantität wässriger Feuchtigkeit vorhanden. Der Glaskörper tritt ebenfalls wegen der Grösse der Linse zurück und ist nur durch zwei Falten seiner äussern Hülle mit letzterer verbunden. — Die Sehnerven, die in allen niedern Thieren einen geraden Verlauf zu dem Auge ihrer Seite nahmen, nehmen hier die entgegengesetzte Richtung und kreuzen sich, indem sie in den Gräthenfischen ohne Verbindung über einander laufen, in den Knorpelfischen aber bereits durch eine Commissur verbunden werden, die als erstes Vorbild des Chiasma der höhere Thiere anzusehen ist. In seinem Wesen besteht der Sehnerve der Fische aus einer Nervenmembran, die gardienenartig gefaltet in der Nervenscheide eingeschlossen ist, und in ihrer freien Entfaltung im Innern des Auges die Netzhaut darstellt; jene Spalte derselben, durch welche

der sichelförmige Fortsatz zur Linse tritt, ist ein zwischen den freien Rändern der entfalteten Nervenmembran übriggebliebener Raum.

2. Amphibien.

Das Auge der Amphibien schliesst sich in mehrfacher Hinsicht an das Fischauge an. Gleich diesem ist es von bedeutender Grösse im Verhältniss zum Gehirn, liegt in stark divergirenden Sehachsen zu beiden Seiten des Kopfes in einer noch sehr unvollständig geschlossenen Augenhöhle ausser den gewöhnlichen sechs Muskeln bei einigen Gattungen (Fröschen, Schildkröten und Krokodilen) noch durch einen, den Sehnerven trichterförmig umschliessenden mehrspaltigen Muskel befestigt. Der Augapfel ist noch nach vorn abgeplattet, jedoch bereits im geringern Grade, als bei den Fischen. Auch hier erscheint das Auge in der niedrigsten Gattung, dem Proteus, so verkümmert und mit einer dicken Hautschichte verdeckt, dass man dieses Thier, so wie die Myxine unter den Fischen lange Zeit für augenlos hielt. Bei den Schlangen setzt sich die äussere, dünner und durchsichtig gewordene Haut wie beim Aale über das Auge und wird bei der Häutung mit abgeworfen. Als Andeutungen von Augenliedern erscheinen bei den Salamandern zwei Wülste, die jedoch wenig beweglich kaum das Auge zu decken vermögen. Ausgezeichnete Beweglichkeit erlangen aber die Augenlieder der Frösche, besonders aber das untere, welches so breit ist, dass es über das ganze Auge gezogen werden kann und gewöhnlich allein thätig ist. Bei den Schildkröten und Eidechsen, besonders aber beim Krokodil tritt noch ein drittes Augenlied hinzu, das als sogenannte Nickhaut (membr. nictitans) im vorderen Augenwinkel befindlich und fähig ist, durch einen eigenen um den Augapfel geschlungenen Muskel horizontal über das Auge gezogen zu werden, so wie bei den Hayen, denen jedoch die beiden andern Lieder noch gemangelt. Eine merkwürdige Bildung finden wir beim Chamäleon, dessen Lieder zu einem einzigen kreisförmigen Gürtel verschmolzen, und bei einigen Scinkoiden, deren unteres Augenlied eine durch-

sichtige Stelle besitzt, die beim Schliessen, wie eine Brille auf der Cornea liegt, ohne das Sehen zu hindern. — Gleichzeitig mit dieser vollkommenern Liederbildung entwickelt sich ein neues Gebilde, nämlich der Apparat zur Absonderung und Leitung der Thränen. Dieser fehlt noch den nackten Amphibien und erscheint zuerst in eigenthümlicher Form bei den Schlangen, wo ihn *Cloquet* zuerst entdeckte. Zwischen der durchsichtigen Oberhaut, die sich bei ihnen über das Auge fortsetzt und dem Augapfel selbst befindet sich nämlich eine durchsichtige geschlossene Kapsel, die mit ihrer hintern Fläche als Augenbindehaut den Bulbus, und mit der vordern als ungetrennte Liederbindehaut die durchsichtige Oberhaut überzieht, und einerseits die Ausführungsgänge der hinter dem Augapfel liegenden Thränendrüse aufnimmt und anderseits sich durch einen Thränenkanal in die Nasenhöhle mündet. Hier bleibt also die Bildung auf der Stufe des blindgebornen Säugethieres oder Vogels zeitlebens stehen: die Augenlieder bleiben ungeöffnet und werden durchsichtig. Bei den Eidechsen, unter denen die Geckonen (nach *Müller*) merkwürdiger Weise noch dieselbe Eigenthümlichkeit der Tkränenorgane und Lieder zeigen wie die Schlangen, nähert sich der Thränenapparat der Bildung der höhern Klassen und erreicht sie am nächsten im Krokodil. — Die harte Augenhaut enthält auch hier bei einigen Gattungen (Schildkröte, Chamäleon, Leguan) verknöcherte Platten, die hier jedoch kleiner an Gestalt und grösser an Zahl in einem Kreise geordnet die Seitentheile des Bulbus umgeben. Die durchsichtige Hornhaut ist in der Regel etwas mehr gewölbt als bei den Fischen. — Die Gefässhaut ist weniger leicht und deutlich in zwei Blätter trennbar, wovon das äussere noch grösstentheils den Metallglanz beibehält, und bildet, sich vorn gegen die Augenachse biegend, die Iris, deren Metallglanz sich mit verschiedenen Farben verbindet; so ist die Iris des Krokodils grünlich, des Frosches bräunlich goldglänzend, der Schlangen gefleckt. Die Pupille ist meistentheils rund, beim Krokodil jedoch senkrecht gespalten, bei Salamandern und Fröschen rhombisch verzogen. Sie ist auf Lichtreiz deutlich, obwohl noch langsam beweglich. Der Ciliarkörper fängt sich hier an allgemeiner zu entwickeln; er

fehlt noch den Salamandern, Schlangen und den gewöhnlichen Eidechsen, bildet bei den Fröschen nur einen noch wenig vorspringenden Ring, wird deutlicher bei den Schildkröten und einigen Eidechsenarten, aber am ausgezeichnetsten im Krokodil entwickelt. Bei einigen Eidechsen, wie z. B. beim Chamäleon, Leguan, nicht aber beim Krokodil tritt noch ein eigener fächerförmiger Fortsatz hinzu, der ursprünglich aus der Choroidea entstanden, von der Eintrittsstelle des Sehnerven zur Krystalllinse geht, ihr die Centralgefässe zuleitend. Seiner Bildung nach steht er in der Mitte zwischen dem Sichelfortsatz der Fische und dem Kamme der Vögel. — Die Linse bleibt bei den Amphibien noch von bedeutender Grösse und ist noch sehr convex, obwohl nicht ganz kugelig, wie bei den Fischen. Wegen ihrer Abflachung und der grössern Convexität der Hornhaut wird auch die Quantität der wässrigen Feuchtigkeit grösser, doch bleibt der Glaskörper wegen ihrer noch immer bedeutenden Grösse auf ein kleines Volumen beschränkt. — Die Sehnerven der Amphibien treten zu einem Chiasma zusammen, das äusserlich dasselbe Aussehen hat, wie bei den Säugethieren, in seinem Innern aber eine Struktur zeigt, die sich zunächst an die *Bildungsstufe* der Fische schliesst. Die Sehnerven sind nämlich in ihrem Wesen blätterig und in dem Chiasma schieben sich die Blätter des einen zwischen den Blättern des andern kreuzweise durch, wie die sich kreuzenden Finger beider Hände, und entfalten sich, nachdem sie die Häute des Augapfels in grader Richtung durchbohrt haben, zur Netzhaut, die jedoch wegen der Kleinheit des Glaskörpers so wie in den Fischen noch keine grosse Ausbreitung gewinnen kann.

3. Vögel.

Das Auge der, in Luft und Lichte lebenden Vögel erhält zuerst eine gewisse geistige Lebendigkeit, die es von den, kalt in das Wasserelement starrenden Augen der vorigen Klassen auffallend unterscheidet. Seine im Verhältniss zum Kopfe bedeutende Grösse zeichnet es unter den höhern Thieren eben so aus, wie sich die Grösse des Auges der Insekten, der

Vorbilder der Vögel unter den niedern Thieren auszeichnete. Es ist bemerkenswerth, dass das Auge nirgends in dieser Klasse so verkümmert wie bei einzelnen Gattungen jeder Andern der Wirbelthiere, und dass es gerade hier zu einer Schärfe der Sehkraft gelangt, die nicht ohne Grund das Adlerauge sprichwörtlich gemacht. Auch bei den Vögeln liegen die Augen noch an den Seiten des Kopfes mit Ausnahme einiger Nachtvögel (Eulen), wo sie mehr an die Vorderfläche gerückt sind. Die sechs Muskeln, worunter vier gerade und zwei schiefe, dienen dem Auge noch immer mehr zur Befestigung als zur Bewegung. Charakteristisch ist seine, dem Fischauge entgegengesetzte Gestalt, die hier fast einer Eichel ähnelt, und dargestellt wird, indem sich an die, eine grössere Halbkugel nach innen bildende harte Augenhaut, die nach aussen stark gewölbte Hornhaut als eine kleinere Hemispähre anfügt. — Die Bindehaut ist von der allgemeinen Hautdecke auf das bestimmteste gesondert, und beide bilden fast wie bei den Säugethieren zwei, senkrecht sich schliessende Augenlieder; doch bleibt auch hier das untere das mehr entwickelte und thätige und enthält vorzüglich bei den Raubvögeln eine knorplige Platte. Es besitzt einen niederziehenden, so wie das obere einen aufhebenden Muskel. Nach *Blumenbach* sind jedoch beim Strauss, einigen Papageyen und Eulen beide Lieder gleich beweglich und zeigen bereits die ersten Spuren von Wimpern. Durchgängig ist auch das dritte Augenlied, die Nickhaut vorhanden, die durch einen langsehnigen um den Augapfel geschlungenen Muskel, so wie bei einigen Amphibien und Fischen horizontal über das Auge bewegt wird. — Auch der Thränenapparat fehlt nirgends, im Gegentheil vervielfältigen sich hier die drüsigen Gebilde; denn ausser einer kleinern, der menschlichen analogen Thränendrüse, findet sich hier noch eine zweite vor, die Harderische Drüse, welche die Stelle der Meibomischen Drüsen zu vertreten scheint, und bei den Wasservögeln noch eine dritte, die den obern Theil der Augenhöhle grösstentheils ausfüllt und eine noch unbekannte Verrichtung ausübt. — Die harte Augenhaut des Vogelauges bestehet aus drei innig verbundenen Platten, die nach vorn etwas auseinander treten, um den hier durchaus

vorhandenen Knochenring aufzunehmen; dieser ist meistens aus 15 dachziegelförmig an einander geschlossenen Plättchen zusammengesetzt und stellt entweder einen platten oder einen cylindrischen Gürtel um die Cornea dar (so vorzüglich im Eulengeschlecht). — Die Hornhaut erreicht in dieser Klasse die grösstmöglichste Wölbung besonders in den Raubvögeln; platter hingegen ist sie, an die vorigen Formen mahnend, bei den Wasservögeln. An ihrer innern Peripherie ist sie nach Cramptons Entdeckung von einem Kranze zarter Muskelfasern umgeben, der nach Carus besondere Nerven und Gefässe erhält und bestimmt zu sein scheinet, die Hornhaut, wie das Diaphragma seine sehnige Mitte, einzuziehen und abzuflachen. — Die mit einer starken Pigmentschichte belegte Aderhaut kömmt bezüglich ihrer Struktur gänzlich mit der menschlichen Choroidea überein. Zur innern Fläche des Knochenringes angelangt, spaltet sie sich in zwei Blätter, die einen Cirkelkanal (den hier sehr geräumigen Fontan'schen Kanal) umschliessen. Das innere Blatt bildet radiäre, geschlängelte Falten, die sich in die nicht weit vorspringenden Ciliarfortsätze endigen; das äussere Blatt hängt mit dem Crampton'schen Muskel zusammen, der nur das muskulös gewordene Ciliarband zu sein scheint, und bildet ferner eine zarte Iris mit runder Pupille. Diese ist nicht nur durch die Mannigfaltigkeit und Schönheit ihrer Färbung, sondern vorzüglich durch ihre besondere Beweglichkeit ausgezeichnet, die in den Papageyen sogar in willkührliche Bewegung übergehet und dadurch einen starken Beweis für die muskulöse Struktur der Iris liefert. Der Fächer oder Kamm (Marsupium, pecten), dessen Andeutungen wir schon bei den höhern Amphibien fanden, ist dem Vogelauge durchaus und in vorzüglicher Ausbildung eigen. Wie dort entspringt er von der durch schiefes Eindringen des Sehnerven länglich gewordenen Eintrittsstelle desselben, und dringt einem Keile vergleichbar durch den Glaskörper gegen den äussern Rand der Linse. Seine zierlichen, paralellen Falten sind äusserlich mit schwarzem Pigment überzogen, und enthalten im Innern eben so viele paralell verlaufende Gefässe. Dieses Gebilde scheint ein Erzeugniss der Centralgefässe zu sein, die zwischen den Blät-

tern des hier ganz in derselben Art, wie bei den Amphibien gefalteten Sehnerven verlaufen, und daher aus seiner länglichen Eintrittsstelle in einer Ebene treten, und weiter parallell verlapfend sich zu jener faltigen Gefässmembran vereinen. Das ganze Gebilde scheint daher jene Hauptbestimmung zu haben, die ihm schon Haller zugeschrieben, nämlich die Centralgefässe durch den Glaskörper zur Linse zu führen. Die Netzhaut erreicht hier noch nicht jene Ausdehnung wie im Säugethierauge, indem sie bereits da aufhört, wo jene Falten der Gefässhaut, die in die Ciliarfortsätze übergehen, beginnen. — In Bezug auf die durchsichtigen Medien muss noch bemerkt werden, dass die Linse, die rücksichtlich der Convexität immer zur Cornea im umgekehrten Verhältnisse steht, aus demselben Grunde hier am meisten abgeflacht sei; eben deshalb steigt hier die wässrige Feuchtigkeit zur grössten relativen Menge, und auch der Glaskörper wird im Verhältniss zur Linse bedeutend grösser, obwohl er dem der Säugethiere noch um vieles nachstehet.

4. Säugethiere.

In den Vögeln erreichte das Sehorgan bereits einen so hohen Grad seiner organischen Ausbildung, dass selbst in der obersten Klasse der Wirbelthiere, in den Säugethieren, ein weiteres Fortschreiten durch Entwicklung neuer Gebilde unmöglich und unnöthig geworden ist. Dafür erscheint es aber hier in solcher Mannigfaltigkeit der Totalbildung, dass ein abermahliges Durchgehen der vorigen Bildungstypen hier noch unverkennbarer sich herausstellt, als es bei den übrigen Sinnesorganen der Fall gewesen. Welch eine Kluft liegt z. B. zwischen dem verkümmerten Auge eines Maulwurfs und dem höchst vollendeten Auge eines Tiegers! Die grösste Kurzsichtigkeit, ja selbst völlige Blindheit finden wir mit der grössten Scharfsichtigkeit sogar in der Finsterniss, hier in einer Klasse vereinigt. Wir finden hier abermahls Gattungen, wo der winzig kleine Augapfel von der dichtbehaarten Haut u. ihrer Muskelschichte bedeckt ist, wie bei der Blindmaus (Spalax typhlus) und dem Goldmaulwurf (Sorex aureus); bei den übrigen Maulwürfen u. Spitzmäusen behält das Auge seine Kleinheit, durchbricht aber be-

reits die häutige Decke. Eben so ausgezeichnet durch seine relative Kleinheit als seine absolute Grösse ist das Auge der riesigen Elephanten und Walle. Es gewinnt in den verschiedenen Reihen der Herbi- und Carnivoren immer mehr an relativem Umfang, bis es in einigen Nagern und Raubthieren, besonders aber in den Maki's eine Grösse erreicht, die sehr an das Vogelauge mahnet. Wie das Auge der Fische sich durch bedeutende Abplattung, das Auge der Vögel aber durch vorspringende Wölbung von der Kugelgestalt entfernte, so nähert sich ihr das Auge der Säugethiere durch vollkomenere Rundung; doch gibt es Gattungen, wo sich der Typus der Fische (z. B. die Walle) so wie der Vögel (am meisten in der sehr convexen Cornea des Maulwurfs) wiederholt. Eben so mannigfaltig ist ihre Stellung; denn indem sie bei den meisten Säugethieren weit auseinander gedrängt an den Seiten des Kopfes liegen (am meisten bei den Fischsäugethieren), rücken sie, je mehr sich die Gattungen der Obersten der Quadrumanen nähern, immer mehr zusammen, bis sie endlich in diesen noch mehr als im Menschen zusammengedrängt erscheinen (besonders in den Maki's). Die Bewegung des Auges wird in dieser Klasse weit lebhafter und freier. Der aus den gewöhnlichen Muskeln bestehede Apparat vervollständigt und vervollkommt sich durch den Hinzutritt der knorpligen Rolle für den obern schiefen Augenmuskel und den schon bei einigen Amphibien vorgefundenen, den Sehnerven umschliessenden Trichtermuskel, der beim Maulwurf einzig und allein vorhanden, bei den Grasfressern ungetheilt, bei den Raubthieren und den Wallen aber vierspaltig ist, und nur den Affen wie dem Menschen fehlet. — Die Augenlieder sind gewöhnlich fast eben so wie im Menschen gebildet, doch sind sie in den Fischsäugethieren auf zwei fast unbewegliche Wülste reducirt; dagegen ist noch die halbmondförmige Falte im vorderen Augenwinkel stark entwickelt und bei den meisten mit Muskelfasern versehen und bildet daher, als Wiederholung des Vogelauges, ein bewegliches drittes Augenlied. Beim Schnabelthier ist nach Home nur ein einziges kreisförmiges Augenlied wie beim Chamäleon vorhanden. Der Thränenapparat ist wie im Menschen gestaltet, nur dass noch häufig, besonders bei star-

ker Entwicklung des dritten Augenlieds, die Harderische Drüse wie im Vogelauge sich vorfindet, dagegen aber meistens noch die Karunkel fehlet. Den Cetaceen fehlt der Thränenapparat wie den Fischen; bei den Blindmäusen aber fand ihn *J. Müller* so gestaltet wie in den Schlangen, indem hier ebenfalls ein Säckchen zwischen der äussern Haut und dem Augapfel liegt, wohin die Thränen durch die Ausführungsgänge der Drüse und woraus sie durch den Thränennasenkanal geführt werden. — Die harte Augenhaut der Säugethiere kömmt in ihrem Baue im Wesentlichen mit der Menschlichen überein und verliert die in ihr bisher enthaltenen Knochengebilde. Bemerkenswerth ist die Dicke ihres vordern und hintern Segmentes bei Verdünnung der mittlern grössten Peripherie, wie sie besonders auffallend in den fisch- und amphibienartigen Flossenthieren (Wallfisch, Wallross, Seehund) und weniger stark bei einigen Vierfüsslern (den Wiederkäuern und besonders dem Schweine) sich zeiget. Durch diese Einrichtung wird bei äusserlich kugliger Gestalt des Augapfels, die den Säugethieren eigen ist, in dem linsenförmig abgeplatteten Innern desselben der Typus des Fisch- und Amphibienauges wiederholt, und überdiess die Möglichkeit herbeigeführt das Auge nach dem umgebenden Wasser- oder Luftmedium durch Verkürzung oder Verlängerung der Augenachse zum Sehen zu accomodiren. — Die Hornhaut weicht ausser verschiedenen Modificationen ihres Umfanges und ihrer Wölbung in nichts Wesentlichem von der Menschlichen ab. — Auch die Gefässhaut kömmt rücksichtlich ihrer Form- und Bildungsverhältnisse der Menschlichen gleich; als Eigenthümlichkeiten derselben müssen jedoch angeführt werden: ihre noch immer leichtere Trennbarkeit in zwei Blätter, ihre grössere Dicke bei den Fleischfressern im Gegensatze zur grössern Dünne bei den Pflanzenfressern (*Meckel*) und vorzüglich das Vorhandensein des farbigen Uiberzuges oder der Tapete in ihrem Grunde. Diese von der Eintrittsstelle des Sehnerven sich nach aussen ziehende, in den Farben der Perlmutter prächtig schillernde Stelle ist nicht mit schwarzem Pigmente belegt, behält aber jene mikroscopischen, regelmässig geordneten Zellen, worin auf der übrigen Aderhaut die Pigmentkügelchen enthalten sind,

und eben durch diese Zellenreihen werden, wie auf der feingefurchten Fläche der Perlmutter die Lichtstrahlen in verschiedenen Richtungen gebrochen und vermöge ihrer Interferenz jene Irisfarben hervorgerufen. Die Tapete hat die Eigenschaft schon die geringste Lichtmenge zu reflektiren und bedingt dadurch das Leuchten dieser Augen im Finstern. Merkwürdig ist es, dass sie den in mancher Hinsicht der vorigen Klasse näher stehenden Nagern fehlt. — Die Form und Bildung der Iris ist in dieser Klasse sehr vielen Verschiedenheiten unterworfen. In grössern Säugethieren (z. B. Ochsen) unterscheidet man an ihr deutlich drei Schichten, wovon die Aeussere concentrische Ringe, die Innere aber radiäre Streifen zeigt und die Mittlere die Gefässe und Nerven enthält. Ihre Färbung ist wohl weniger lebhaft aber nicht minder verschieden als in der vorigen Klasse. Im Allg. ist sie breiter bei den Fleisch- als den Pflanzenfressen, am meisten aber in einigen Nagern (z. B. Mäusen und Ratten), wo sie an Grösse der Choroidea gleich kömmt. Die Pupille ist bei den Ein- und Zweihufern und den Wallen quer, im Katzengeschlecht aber senkrecht gespalten, bei den Übrigen meistens rund. Bei quergespaltener Pupille hängt nach *Kieser* immer ein traubenförmiger, schwarz gefärbter Fortsatz am obern Rande (wie beim Rochen), der in vorzüglicher Ausbildung im Pferdegeschlechte vorgefunden wird. — Das Ciliarband lässt den Fontan'schen Kanal nur zuweilen und nur unvollständig erkennen. Die Ciliarfortsätze sind bei den kleinen Nagethieren (Mäusen und Ratten), bloss als eine nur wenig vorspringende Marklinie zwischen Choroidea und Iris zu erkennen, bilden aber bei den Raubthieren einen breiten aber wenig vorspringenden, bei den Wiederkäuern und Einhufern hingegen einen platten, aber bis zum Rande der Linse dringenden Strahlengürtel. — Die Linse hat bereits die biconvexe Gestalt der Menschlichen, doch ist sie im Allg. von weit bedeutender Grösse als Letztere. In den Flossenthieren und den niedern Nagern nähert sie sich durch ihre Kugelform den frühern Bildungsstuffen. Umgekehrt wird der, dem menschlichen ganz ähnliche Glaskörper noch immer kleiner vorgefunden als im Menschen. — Anlangend die Ner-

vengebilde des Säugethierauges muss noch bemerkt werden, dass die blättrige Bildung des Sehnerven, wie sie in den vorigen Klassen vorgefunden wurde, hier einer faserigen Struktur weichet, die den Säugethieren bereits wie dem Menschen zukömmt. Nach einer partiellen Kreuzung ihrer Fasern im Chiasma treten die Sehnerven durch eine runde Öffnung der Augenhäute ins Innere des Augapfels, um sich als Netzhaut daselbst auszubreiten. Diese erreicht wohl hier eine grössere Ausbreitung als bei den Vögeln, bleibt aber dennoch wegen des relativ kleinern Glaskörpers geringer als im Menschen. Die halbmondförmige Falte mit dem gelben Flecke an der Netzhaut ist nur dem Menschen und dem aufrechtgehenden Affen eigen.

Werfen wir einen Rückblick zurück auf den Entwicklungsgang des Sehorgans der Wirbelthiere, so tritt uns sein stufenweises Fortschreiten mit unverkennbarer Deutlichkeit entgegen: zu dem starren, von knöchernen Schalen umschlossenen Auge der kaltblütigen Thiere tritt in den Vögeln äussere und innere Bewegung und mit dieser das Übergewicht der vom Gefässsysteme stammenden Gebilde, die jedoch im Säugethierauge wieder zurück treten unter die Herrschaft der nun sich mehr entwickelnden Nervenorgane. Aber erst im Menschen wird auch hier die höchste Stufe errungen in der um den relativ grössten Glaskörper am meisten entfalteten Netzhaut. Allein auch hier, wie bei den übrigen Sinnesorganen ist es nicht so sehr die somatische Ausbildung des Organs, als die in ihm waltende geistige Veredlung, die den Menschen an die Spitze der Schöpfung stellt. Fasst auch der Affe einen Körper mit allen Vieren, so misst doch seine Tatze nie seine geometrischen Formen, ist noch so gross der Rachen eines Thieres, so empfindet er dennoch nicht den Reiz der Geschmäcke, wittert auch der Hund auf Meilenweite, so ist er doch unempfindlich für die Annehmlichkeit der Gerüche, hört der Hase auch die leiseste Regung, so bleibt dennoch sein Ohr taub für die Harmonie der Töne, und mag auch kühn das Adlerauge in die Sonne blicken, so malt sich in ihm todt und unbegriffen das Spiegelbild des unendlichen Weltalls. Dieses zu durchdringen und erfassen vermag nur

das begeistigte Auge des Menschen, und „wie durch das Hören der Geist des Menschen, so offenbart sich ihm durch das Sehen der Geist der Welt“ (*Oken*). Aber eben so wie im Sehen, die Aussenwelt durch das Auge hinein, so strahlt im Blicke heraus die innere Welt, die Seele. Während im Auge des erregten Thieres nur wilder Trieb und Gierde sich bricht, offenbart sich im Menschenauge fast hüllenlos die feinste Regung des Gemüthes und des Geistes. „Das Auge, sagt *Jean Paul*, ist der Kleinleib der Seele, ihr ätherischer Wohnmond an der erdigen Gehirnkugel.“



THESES DEFENDENDAE.

1. Anatomia pathologica morborum diagnosi summum, nosogeniae minus, therapiae magis negativo modo hucusque tulit adminiculum.
2. Experientia ad lecta aegrorum cum physiologia juncta basim constituit pathologiae generalis.
3. Medicinae historia dux est securissimus in praesente opiniorum contrariarum labyrintho.
4. Methodus sic dicta numerica Gallorum recentiorum medicinam practicam nequaquam ad certitudinem mathematicam perducere, sed ad rudissimum empirismum seducere valet.
5. Quo plura remedia, eo incertior medela.
6. Quo magis complicata formula, eo infirmior erat indicatio.
7. Vel nullum remedium specificum, vel remedium quodvis.
8. Haematopoesis processus est fermentationi similis.
9. Datur in systemate nerveo motus quidam circulatorius, circulationi in systemate sanguineo analogus.



